

625-1
М 207



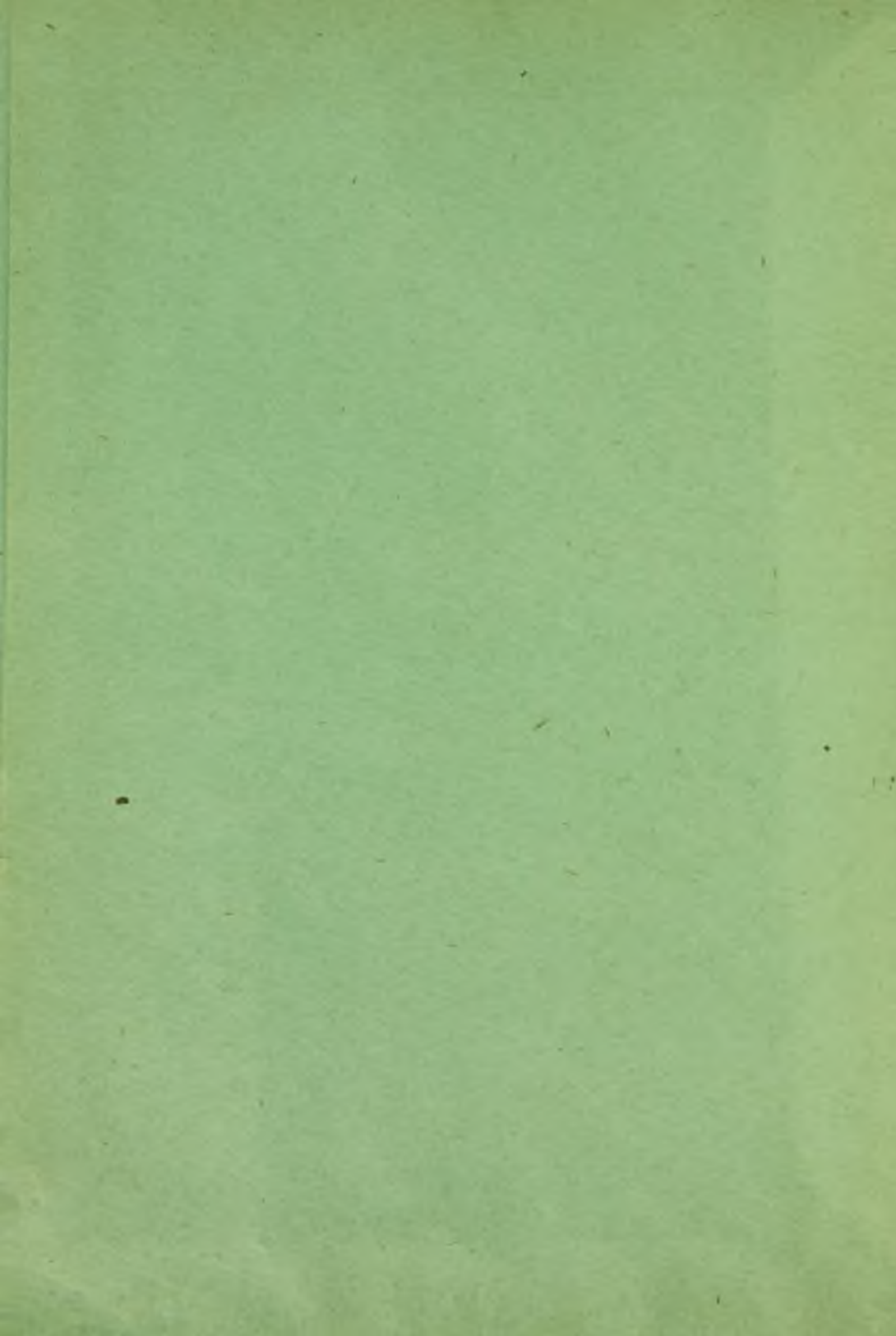
М. И. МАЛЫШЕВ. Ф. И. СОБКОВИЧ

РУКОВОДСТВО ДЛЯ КАМЕНЩИКА И БЕТОНЩИКА МОСТОВЫХ И ТОННЕЛЬНЫХ РАБОТ



ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ

324783 D



М. И. МАЛЫШЕВ и Ф. И. СОБКОВИЧ

625.1

М 207

РУКОВОДСТВО ДЛЯ КАМЕНЩИКА И БЕТОНЩИКА МОСТОВЫХ И ТОННЕЛЬНЫХ РАБОТ

*Утверждено Управлением учебными
заведениями Народного комиссариата
путей сообщения*

324783

ДК
0

АРХИВ



ИНСТИТУТ РАЙОНОВ
ОБЩ. Г. РАЙОНОВ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1942

625.16 : 693.1

В настоящем руководстве даны общие понятия об искусственных сооружениях, сведения о материалах и производстве работ по постройке новых искусственных сооружений. Описывается производство работ, связанных с исправным содержанием и переустройством существующих искусственных сооружений. Даются примеры организации работ.

Книга утверждена Управлением учебными заведениями НКПС в качестве руководства для повышения квалификации каменщиков и бетонщиков мостовых и тоннельных работ.

Цена 10 руб.

Переплет 1 р.

Редактор С. Я. Боженков

Подписано к печати 1/XI 1942 г.

Объем 21 ¹/₄ п. л. 48 000 зн. в. п. л. + 1 вклейка.

Разм. бум. 60×92 ¹/₁₆.

Уч.-авт. л. ЖДИЗ 33213

Зак. тип. 2598. Тираж 4000 экз.

Л103482

1-я типография Трансжелдориздата

ОГЛАВЛЕНИЕ

От редакции	Стр. 5
-----------------------	--------

ГЛАВА ПЕРВАЯ

Общие сведения о конструкциях искусственных сооружений

1. Понятие о конструкциях искусственных сооружений	7
2. Мосты	7
3. Трубы	27
4. Тоннели и подпорные стенки	33

ГЛАВА ВТОРАЯ

Общие сведения об основаниях и фундаментах сооружений

5. Основные понятия	39
6. Сооружения на естественном основании	40
7. Сооружения на искусственном основании	43

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

Материалы для каменных, бетонных и железобетонных работ

8. Общие понятия	44
9. Строительные свойства каменных материалов	49
10. Виды естественных каменных материалов	52
11. Добывание и обработка каменных и инертных материалов	61
12. Искусственные камни	76
13. Вяжущие вещества и вода. Строительные растворы	78
14. Материалы для гидроизоляции и прочие материалы	84

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

Каменная и кирпичная кладка

15. Общие понятия, правила резки кладки, приготовление раствора	88
16. Бутовая кладка без облицовки	95
17. Бутовая кладка с облицовкой естественным камнем	104
18. Кладка из крупных блоков	113
19. Кирпичная кладка	115

ГЛАВА ПЯТАЯ

Бетонные и железобетонные работы

20. Общие понятия	120
21. Приготовление бетона	129
22. Транспорт бетонной смеси	147
23. Укладка бетона	162
24. Уход за возведенными бетонными и железобетонными сооружениями. Их распалубка. Контроль качества бетона	181
25. Бутобетон	185
26. Подводное бетонирование	186
27. Отделка наружных поверхностей бетонных и железобетонных сооружений	187

ГЛАВА ШЕСТАЯ

Производство работ при возведении каменных, бетонных и железобетонных искусственных сооружений

Стр.

§ 28. Проект и рабочие чертежи	199
§ 29. Разбивка сооружений	200
§ 30. Фундаменты мостовых опор и труб	201
§ 31. Мостовые опоры выше обреза фундамента	215
§ 32. Каменные, бетонные и железобетонные трубы	220
§ 33. Своды и надсводные строения каменных мостов	230
§ 34. Пролетные строения железобетонных мостов	237
§ 35. Тоннели	249
§ 36. Подпорные стенки	262
§ 37. Производство работ в зимнее время	265
§ 38. Возведение искусственных сооружений в условиях вечной мерзлоты	275
§ 39. Применение сборных конструкций	277

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

Гидроизоляция искусственных сооружений

§ 40. Общие сведения	282
§ 41. Виды гидроизоляции	285
§ 42. Производство работ по гидроизоляции	288

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

Содержание, ремонт и переустройство искусственных сооружений

§ 43. Надзор, текущее содержание и ремонт	293
§ 44. Переустройство искусственных сооружений	310

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

Организация работ

§ 45. Проект организации работ и смета на строительство	315
§ 46. Примеры организации работ строительства искусственных сооружений	317
§ 47. Организация строительства искусственных сооружений скоростными методами.	321
§ 48. Организация труда	326
49. Производственное нормирование и оплата труда.	330
Приложение	339

ОТ РЕДАКЦИИ

«Руководство для каменщика и бетонщика мостовых и тоннельных работ» М. И. Малышева и Ф. И. Собковича, составленное накануне Великой отечественной войны достаточно полно освещает конструкции мостов, труб, подпорных стенок и тоннелей, а также технологические процессы по сооружению их из каменной кладки и бетона.

Однако в условиях восстановительных работ военного времени приходится вносить в технические указания на строительство и восстановление искусственных сооружений ряд коррективов.

В военное время особо остро стоит вопрос об экономии дефицитных вяжущих материалов и ускорении сроков строительства каменных, бетонных и железобетонных сооружений.

Приобретает исключительное значение экономия цемента и прочих строительных материалов.

Например, в среднем при постройке мостов на 1 м³ кладки расходуется цемента:

а) бутовой кладки фундаментов	164—203	кг/м ³	} цемент актив- ностью „200“ и „250“
б) „ „ опор мостов и труб	125—130	„	
в) „ „ арок	150—172	„	
г) забутки надсводных частей	101	„	} цемент актив- ностью „250“ и „300“
д) буюбетонной кладки	230—240	„	
е) бетонной кладки	250—300	„	

Отсюда видно, что каменная кладка требует наименьшего расхода дефицитного цемента, а также и лесных материалов для форм и подмостей. Поэтому опоры и фундаменты постоянных мостов и фундаменты массивных труб, как правило, должны устраиваться из бутовой кладки и лишь при затруднениях по транспортировке камня можно разрешить возведение их из бетона. При этом, нужно широко применять также буюбетонную кладку взамен бетонной.

Звенья круглых железобетонных труб под насыпями на скалистых, а также на гравелистых и песчаных грунтах (за исключением пылеватых песков), при обеспечении их от размыва вполне возможно укладывать без фундаментов. Фундаменты под эти трубы обязательно устраиваются только под оголовками.

При производстве бетонной и каменной кладки искусственных сооружений разрешается:

а) применять бетон марки 90 кг/см² для фундаментов в сухих котлованах и в слабо дренирующих грунтах при отсутствии циркуляции воды ниже зоны промерзания;

б) применять для бетонов марки 90 кг/см², а также для каменной кладки искусственных частей сооружений цементы с активностью 150 кг/см²;

в) для бутовой кладки фундаментов и мостов и массивных устоев кроме растворов состава 1:3 и 1:4 применять в зависимости от сорта и активности цемента и расчетных марок растворов также растворы состава 1:5, а для фундаментов опор малых мостов и труб в сухих котлованах и надземных частях оголовков труб — цементно-известковые растворы состава 1:1:6;

г) фундаменты под звенья круглых железобетонных труб ниже глубины промерзания при отсутствии циркуляции воды в котлованах выполнять из бутовой кладки на глине с подбором камня и расщебенкой; фундаменты под оголовками таких труб должны выполняться на цементном растворе; расще-

бенка при тщательном ее выполнении имеет большое значение для уменьшения расхода цемента при бутовой кладке;

д) заполнение шахт кессонов и отсеков опускных колодцев производить крупным песком или гравием (вместо тощего бетона).

При строительстве таких искусственных сооружений, как подпорные стенки, регуляционные сооружения представляется возможным применять смешанные цементно-глинистые растворы (см. Инструкцию по применению цементно-глинистых растворов Комитета по делам строительства 1939 г.) без изменения их прочности при смесях, начиная с 1:4 и более тощих. Вместо раствора 1:4 возможно применение раствора 1:0,3:4, где 0,3 — глиняное тесто, что дает 7% экономии цемента, или даже раствора 1:1:6, что дает до 35% экономии цемента. Глины, применяемые для растворов, должны быть предварительно испытаны и не должны содержать органических примесей пирита, марказита и некоторых растворимых легких солей.

Немалое значение в вопросах экономии цемента имеют заменители и добавки цемента, месторождения которых в нашей стране имеют большое распространение. Туфы, пемзы, андезитодациты, спангиолиты и другие породы являются заменителями цемента. Не понижая прочности и качества бетона, можно добавлять от 10 до 20% этих пород, измельченных по тонкости до помола цемента. Добавки от 20 до 30% снижают (в среднем) прочность бетона на 5—15%. Некоторые добавки, как андезитодацит, в количестве до 50% не влияют на прочность бетона.

Постоянная обделка тоннелей должна, как правило, возводиться из бутовой кладки или бетона; применение же железобетонных и металлических обделок может допускаться только в исключительных случаях.

Опоры (стены) и фундаменты тоннельных сооружений должны во всех возможных случаях возводиться из бутовой кладки. В крепких скальных породах временно разрешается оставлять тоннели (выработки) без искусственной одежды (обделки) при условии обеспечения водоотвода.

В скальных породах средней крепости (известняки, песчаники, мергели и т. п.) за исключением пород, подверженных быстрому выветриванию, во всех возможных случаях следует применять неполную тоннельную обделку (свод, опирающийся на породу без устройства искусственной одежды стен либо с односторонней или облегченной конструкцией таковых и т. д.), а также устраивать деревянное крепление рамного типа.

В условиях военного времени следует воздержаться от выполнения тоннельных отделочных работ, как то: архитектурного оформления порталов, штукатурки и торкретирования внутренней поверхности тоннельной обделки (за исключением необходимых для устранения притока воды).

В отношении сокращения сроков производства бетонных и каменных работ имеет значение применение ускорителей твердения бетонов. Процесс схватывания при введении добавки-ускорителя не должен чрезмерно форсироваться, т. е. должна быть обеспечена возможность укладки бетона или раствор до начала схватывания.

В качестве ускорителей процессов твердения растворов и бетонов применяются: хлористый кальций, соляная кислота, растворимое стекло, сода. При этом хлористый кальций и соляная кислота дают лучшие результаты.

Ускорители твердения уменьшают сроки схватывания цемента в 2—2,5 раза.

Количество добавки ускорителя нормально не должно превышать 2% от веса цемента в конструкции и определяется обычно лабораторными исследованиями.

Большое значение имеет применение ускорителей при восстановлении поврежденных каменных, бетонных, железобетонных мостов и тоннелей в военное время, а также при выполнении конструкций небольшого объема в зимнее время во время кратковременных оттепелей без тепляков при подогреве инертных материалов и прикрытии элементов конструкции теплыми соломенными щитами.

При производстве каменных и бетонных работ в военное время и особенно по восстановлению железнодорожных сооружений „Руководство для каменщика и бетонщика мостовых и тоннельных работ“ может быть широко использовано с учетом высказанных здесь редакцией положений.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКЦИЯХ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

§ 1. ПОНЯТИЕ О КОНСТРУКЦИЯХ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

При проложении железной дороги на местности встречаются многочисленные препятствия в виде рек, оврагов, гор и пр. В местах перехода или обхода этих препятствий приходится строить в место земляного полотна особые сооружения, которые называются искусственными сооружениями.

В зависимости от рода препятствий искусственные сооружения строятся в виде разного рода мостов, труб, тоннелей. Кроме того, на косогорах для поддержания откосов земляного полотна железных дорог иногда приходится строить искусственные сооружения в виде подпорных стенок.

В среднем на 1 км железнодорожного пути приходится строить от одного до двух искусственных сооружений. На железных дорогах, прокладываемых в гористых местностях, обычно количество искусственных сооружений значительно больше, чем на железных дорогах, сооружаемых в равнинных местностях.

На железных дорогах больше всего приходится строить малые искусственные сооружения: трубы и малые мосты. Переход широких и глубоких равнинных рек требует устройства больших мостов, длина которых иногда измеряется километрами. Переход железных дорог через горные хребты вызывает необходимость постройки длинных тоннелей, длина которых также измеряется километрами.

§ 2. МОСТЫ

1. Общие понятия

Мостом называется искусственное сооружение, устраиваемое для проведения железной или авто-гужевого дороги через реки, овраги или при встрече с другими дорогами.

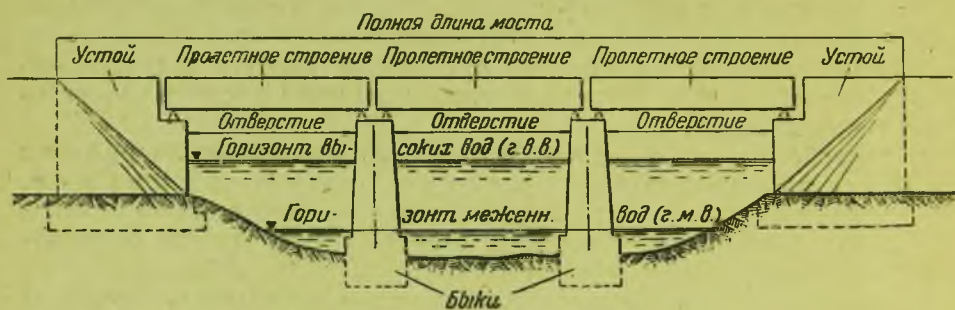
В том случае, когда мост служит для проведения одной дороги над другой, он называется **путепроводом**.

В горных местностях иногда мосты устраивают через глубокие овраги или ущелья взамен земляной насыпи, которая имела бы в этом случае очень большие размеры и, следовательно, большую кубатуру (большой объем работ). Такие мосты называются **виадуками**.

Каждый мост состоит из одного или нескольких пролетных строений и опор (фиг. 1).

Пролетное строение непосредственно воспринимает нагрузку от поездов, от авто-гужевого транспорта, от пешеходов и передает ее опорам, а эти последние передают нагрузку на грунт.

В зависимости от длины моста, местных условий, глубины водотока препятствие перекрывают одним пролетным строением, и тогда мост будет однопролетным, или несколькими пролетными строениями, и тогда мост называют многопролетным. В однопролетном мосту имеются только две опоры, располагаемые по концам его для сопряжения моста с земляной насыпью. Такие опоры называются устоями. В многопролетном мосту кроме устоев имеются еще промежуточные опоры, называемые быками.



Фиг. 1

На фиг. 1 показан трехпролетный мост, состоящий из трех пролетных строений, двух устоев и двух быков. Сумма расстояний, измеренных вдоль моста — между внутренними гранями опор, называется отверстием моста. В однопролетном мосту отверстием его будет расстояние, измеряемое между внутренними гранями устоев. В многопролетном мосту отверстие моста равно сумме отверстий в каждом пролете.

Величина отверстия моста и деление его на отдельные пролеты зависят от условий пропуска высоких вод, характера судоходства, сплава леса и целого ряда других условий.

По величине отверстий мосты разделяются на три группы:

- 1) малые мосты — до 20 м,
- 2) средние мосты — от 20 до 60 м,
- 3) большие мосты — от 60 м и больше.

Железнодорожные мосты устраиваются для пропуска одного, двух или нескольких параллельных путей. При этом для каждого пути устраивают или отдельное самостоятельное пролетное строение или несколько путей укладывают на одном общем пролетном строении.

Мосты строятся из дерева, металла, камня, бетона и железобетона. Сообразно с этим мосты называются деревянными, металлическими, каменными, бетонными и железобетонными. Часто пролетные строения делаются из одного материала, а опоры — из другого. В этом слу-

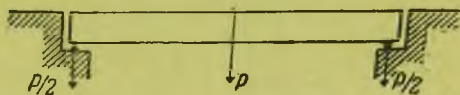
чае мост называют по материалу пролетных строений. В малых мостах очень часто пролетное строение делают из железобетона, а опоры — из бутовой кладки или бетонной. Такой мост называется железобетонным. Если пролетные строения моста сделаны из металла, а опоры — из бутовой кладки или бетона, то такой мост называют металлическим.

В зависимости от того, как пролетные строения передают на опоры нагрузку, которой они подвергаются, различают мосты: а) балочные, б) арочные и в) рамные.

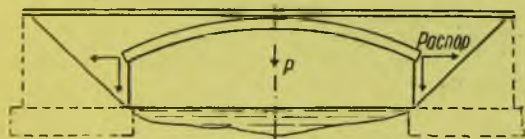
Балочные пролетные строения в виде прямого бруса при действии приложенной к ним вертикальной нагрузки передают на опоры вертикальные давления (фиг. 2).

Арочные пролетные строения в виде изогнутого бруса при действии приложенной к ним вертикальной нагрузки передают на опоры помимо вертикального давления также и горизонтальное давление, называемое распором арки (фиг. 3). Распор, создаваемый аркой, стремится раздвинуть и опрокинуть опоры, а потому они устраиваются более мощными, чем в балочных мостах.

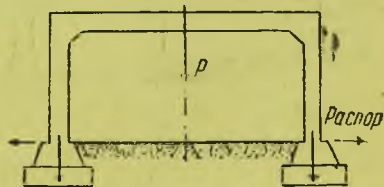
В рамных мостах пролетные строения в виде прямого бруса неразрывно связаны с тонкими опорами. Вертикальная нагрузка на про-



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

летном строении вызывает в основании опор кроме вертикального давления также горизонтальный распор (фиг. 4).

Балочные пролетные строения в зависимости от того, каким образом они перекрывают пролеты, разделяются на разрезные, неразрезные и консольные.

Разрезные пролетные строения перекрывают только один пролет; для перекрытия второго пролета устраивают второе пролетное строение (фиг. 5а) и т. д.

При неразрезных пролетных строениях одно пролетное строение перекрывает сразу два или несколько пролетов (фиг. 5б). В консольных пролетных строениях один или оба конца пролетного строения оканчиваются (свешиваются) в соседнем пролете. На этот свешивающийся конец (консоль) и опирается пролетное строение соседнего пролета (фиг. 5в).

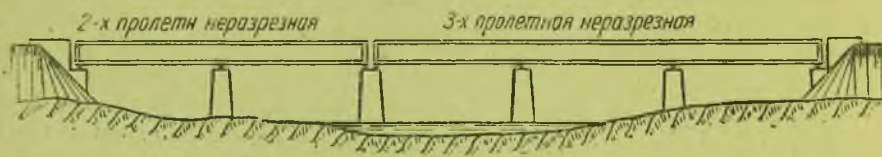
Опоры балочных мостов. Опоры разделяются на устои, которые поддерживают пролетное строение и соединяют мост с насыпью, и быки — промежуточные опоры, поддерживаю-

щие концы двух пролетных строений, перекрывающих прилегающие к быку пролеты.

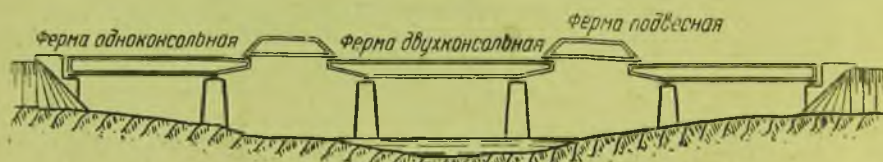
На фиг. 6 представлен устой и показаны отдельные его части. Стенка устоя, обращенная к реке, называется передней стенкой, а обращенная в сторону насыпи—обратной стенкой. Углубление в верхней части устоя, служащее для установки пролетного строения, на-



Фиг. 5а



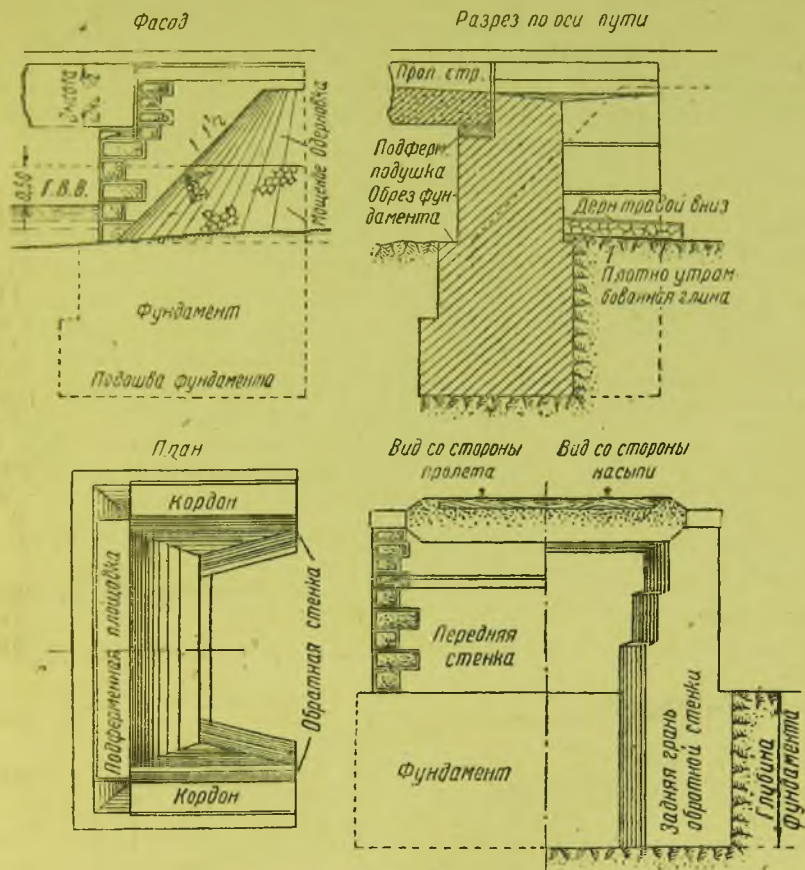
Фиг. 5б



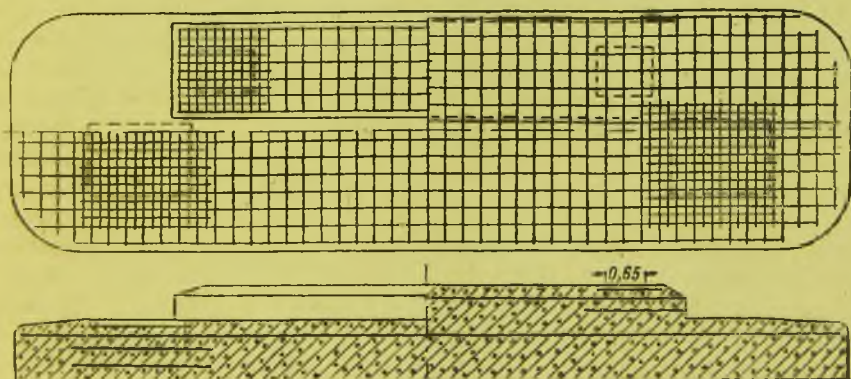
Фиг. 5в

зывается шкафом или шкафной частью устоя. Вертикальную стенку устоя в пределах шкафа называют шкафной стенкой. Снизу шкаф ограничен площадкой, называемой подферменной.

На этой площадке устанавливается пролетное строение. Если пролетное строение представляет плиту (такого типа пролетные строения применяются при малых пролетах, причем плиты делаются из железобетона), то подферменная площадка при производстве работ под плиту только тщательно выравнивается для лучшей передачи давления от пролетного строения на устой. Если же пролетное строение металлическое или представляет собой ребристую железобетонную балку, то в зависимости от величины пролета: а) при малых пролетах подферменная площадка только тщательно выравнивается в местах опирания пролетных строений; б) при более значительных пролетах, когда нагрузки велики, под ребрами железобетонных строений или под продольными стенками (фермами) металлических пролетных строений укладываются большие железобетонные плиты (фиг. 7), причем в местах установки пролетных строений металлическая сетка, усиливающая бетон, делается более частой и кладется в несколько ярусов.



Фиг. 6



Фиг. 7

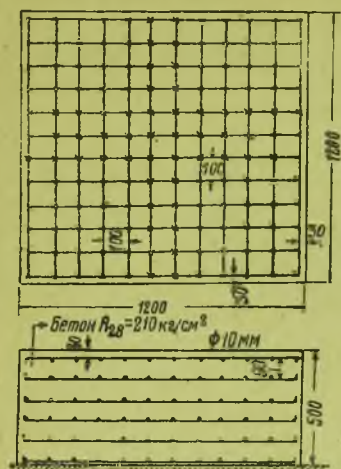
В мостах прежней постройки вместо железобетонных плит укладывались чисто отесанные естественные камни, называемые подферменными камнями (фиг. 9). Эти камни изготовлялись затем из железобетона (фиг. 8). Теперь эта деталь (в виде особых выступов) в опорах малых мостов не устраивается.

Так как на подферменную площадку железобетонных и металлических пролетных строений попадает дождевая вода, то свободной части площадки придают уклоны в стороны от пролетного строения. Чтобы вода не стекала по граням устоя, подферменную площадку делают в виде выступа (карниза) над плоскостью стен устоя.

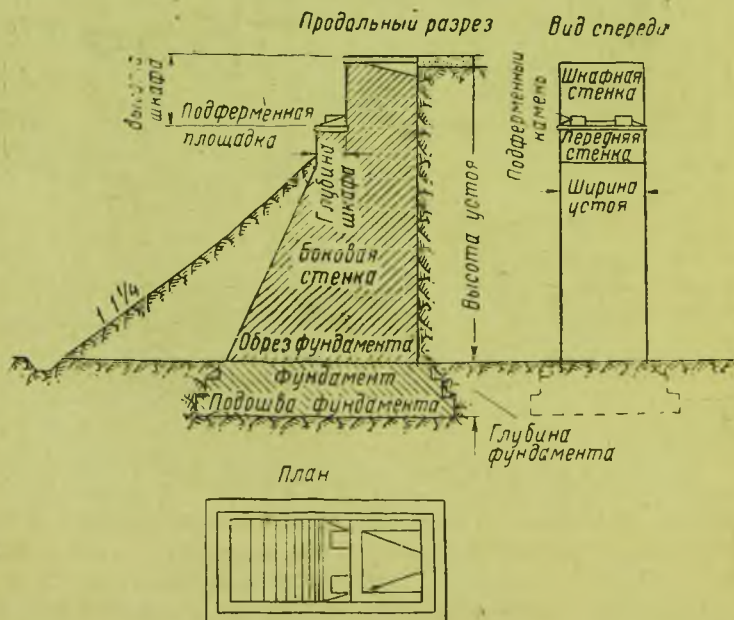
Сверху шкафная стенка по боковым ее плоскостям заканчивается кордонными камнями (кордонами), которые поддерживают балластный слой железнодорожного пути на устое.

Устои устраиваются нескольких типов, главнейшие из которых описаны ниже.

Обсыпные устои. Так называют устои, обсыпанные со



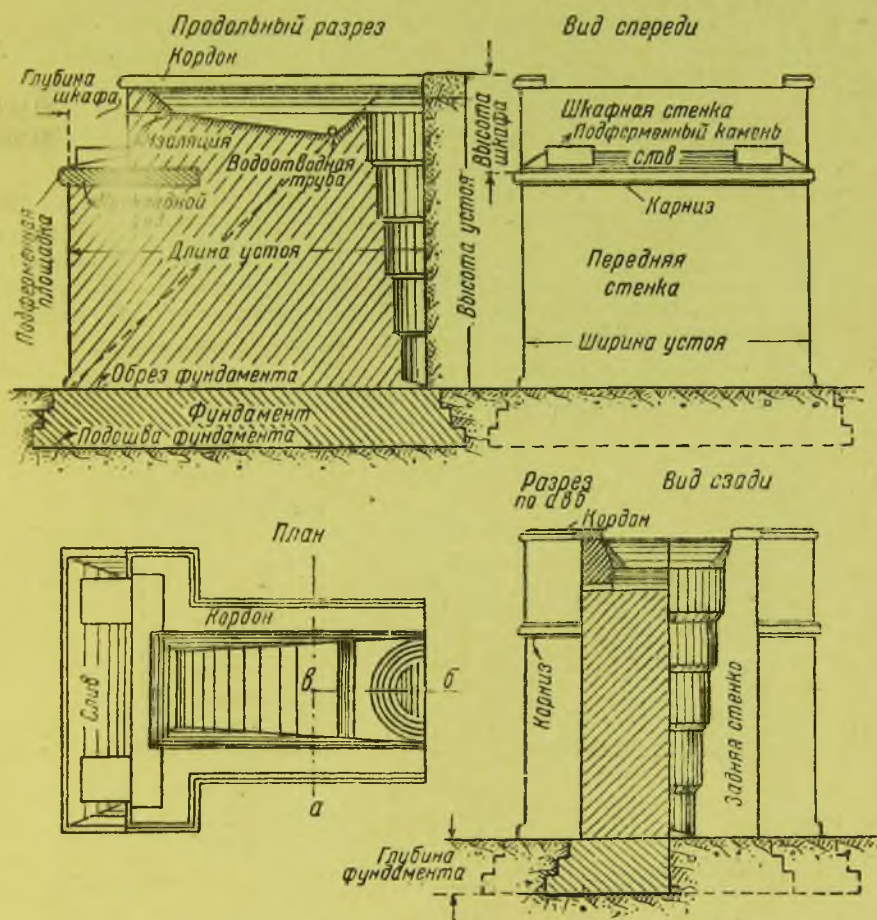
Фиг. 8



Фиг. 9

всех четырех сторон насыпью так, что над поверхностью видна только незначительная часть устоя (фиг. 9).

Устои с обратными стенками состоят из трех стенок: одной поперечной, на которую опирается пролетное строение, и двух боковых—продольных стенок, называемых обратными стенками (фиг. 6). Назначение этих стенок—поддерживать насыпь. Устои с обратными стенками обсыпаются насыпью только



Фиг. 10

с трех сторон, передняя стенка устоя остается незасыпанной. Пространство между обратными стенками засыпается материалом, хорошо проводящим воду, а позади устоев устраивается дренаж.

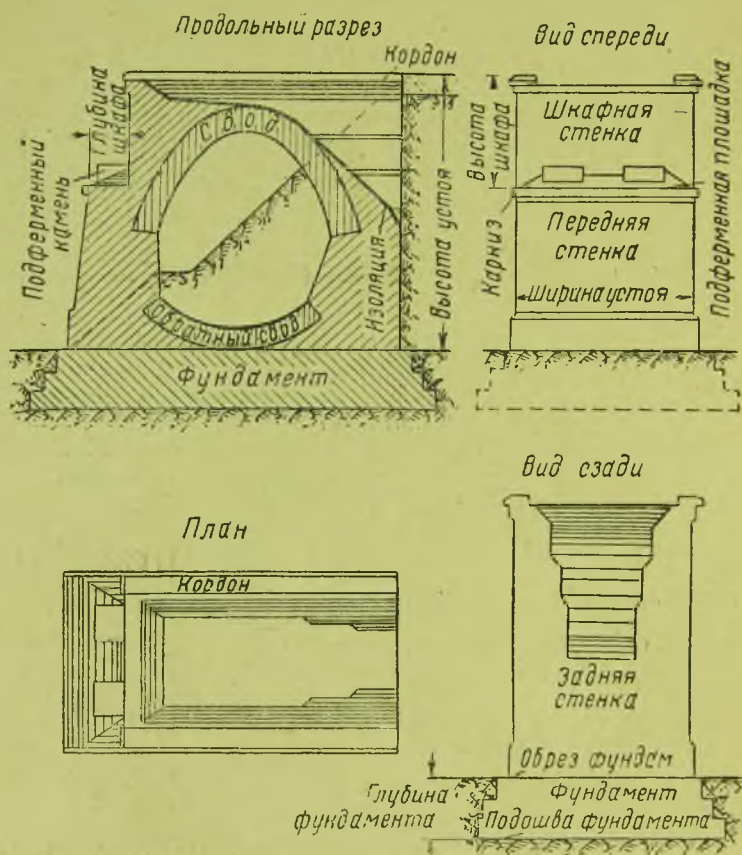
Устои-массивы состоят из одного сплошного массива, обсыпанного насыпью с трех сторон (фиг. 10). Эти устои отличаются простотой устройства, но требуют значительного количества кладки.

Для уменьшения кладки применяют различные приемы:

- 1) устраивают проемы, перекрываемые сводами (фиг. 11);

2) делают широкой только переднюю часть устоя, а заднюю устраивают суженной; для поддержания балласта делают железобетонное корыто (фиг. 12).

Раздельные устои состоят из двух отдельных опор: а) обсыпного устоя, сопрягающего мост с насыпью и воспринимающего все давления насыпи, и б) берегового быка, поддерживающего

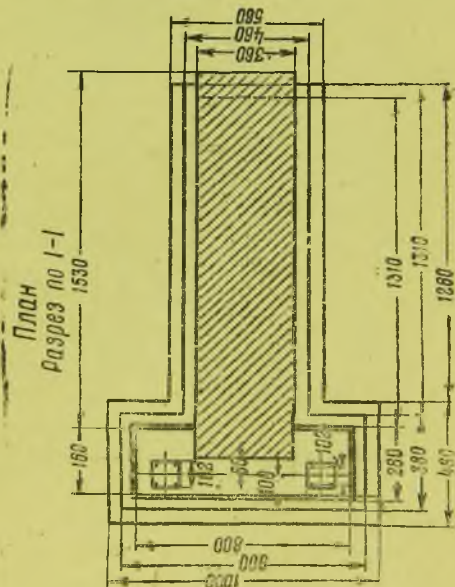
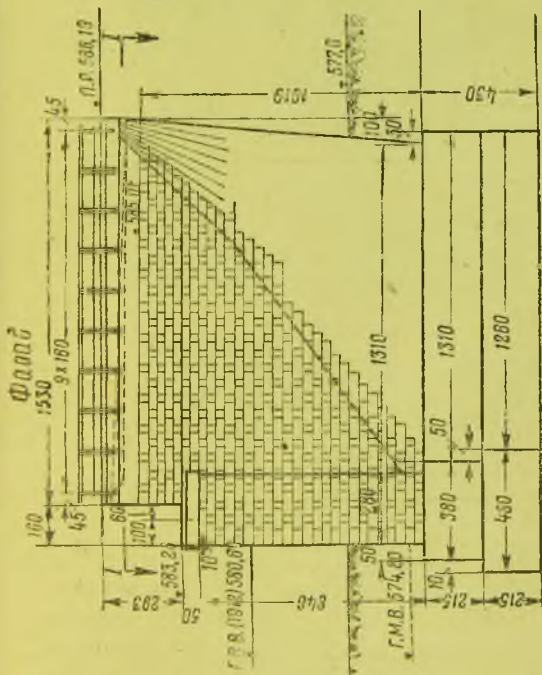


Фиг. 11

пролетное строение (фиг. 13). Пролет, образующийся между береговым быком и устоем, перекрывается малым пролетным строением — балочным или арочным. Кроме того, между устоем и береговым быком устраивается соединительная стенка, преграждающая доступ воды в отверстие между быком и устоем и предохраняющая насыпь от размыва. Так как раздельные устои применяются при больших высотах насыпи, то в последнее время явилось стремление уменьшить объем кладки обсыпного устоя. Это осуществляется устройством проема в стенке или устройством железобетонных крыльев. Устраивать железобетонные крылья для поддержания откоса насыпи не рекомендуется (фиг. 14).

[illegible]

Фиг. 12

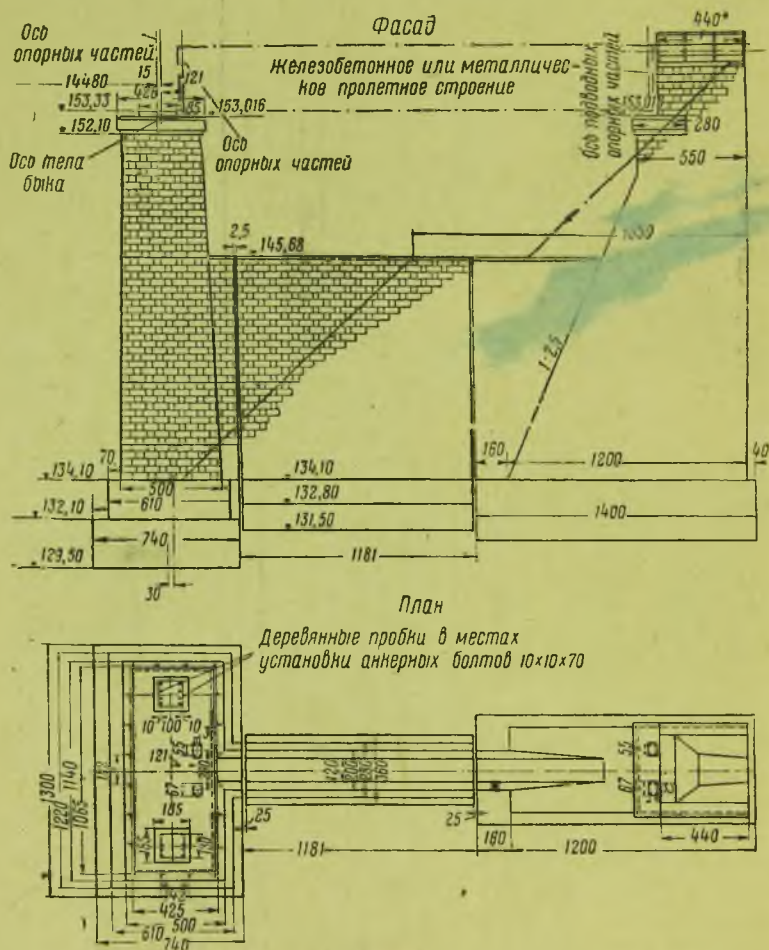


При протекании воды под мостом переднюю часть быков снабжают водорезом в виде треугольного ребра (фиг. 16). Режущее ребро укрепляют или металлическим уголком или облицовкой из

естественного камня. Низовую по течению воды часть быка оставляют или прямоугольной или закругляют полукругом.

В тех случаях, когда быки в русле реки должны противостоять ледоходу, водорез превращают в ледорез.

Ледорез при слабом ледоходе по конструкции напоминает собой водорез, т. е. он также имеет крутое режущее ребро, например ребро



Фиг. 13

с уклоном 1:10, но выступающая часть делается более массивной, чем у водореза (фиг. 17). При более сильном ледоходе выступающая часть, о которую ломается лед, ограничивается более пологим уклоном. В прежних конструкциях быков ледорезы делались в пределах всей высоты поднятия воды при ледоходе и ограничивались очень пологим уклоном. Вследствие этого они получались очень длинными (фиг. 18). В настоящее время ледорезы делаются лишь в пределах первых подвижек льда и ограничиваются они более крутыми уклонами, чем ста-

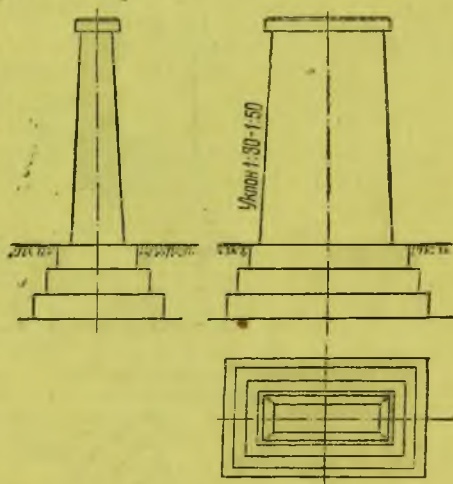
рые конструкции, вследствие чего они получают значительно короче (фиг. 19).

На верху быков также устраиваются подферменные площадки, на которые устанавливаются пролетные строения. Устройство подферменных площадок аналогично подферменным площадкам на устоях, только у быков эти площадки больше по размерам, чем у устоев, и занимают всю верхнюю часть быка.

Опоры арочных мостов в общем подобны опорам балочных мостов. Так как на устои действует распор арочного пролетного строения, которому устои должны противостоять, то они делаются более массивными, чем устои балочных мостов.



Фиг. 14



Фиг. 15

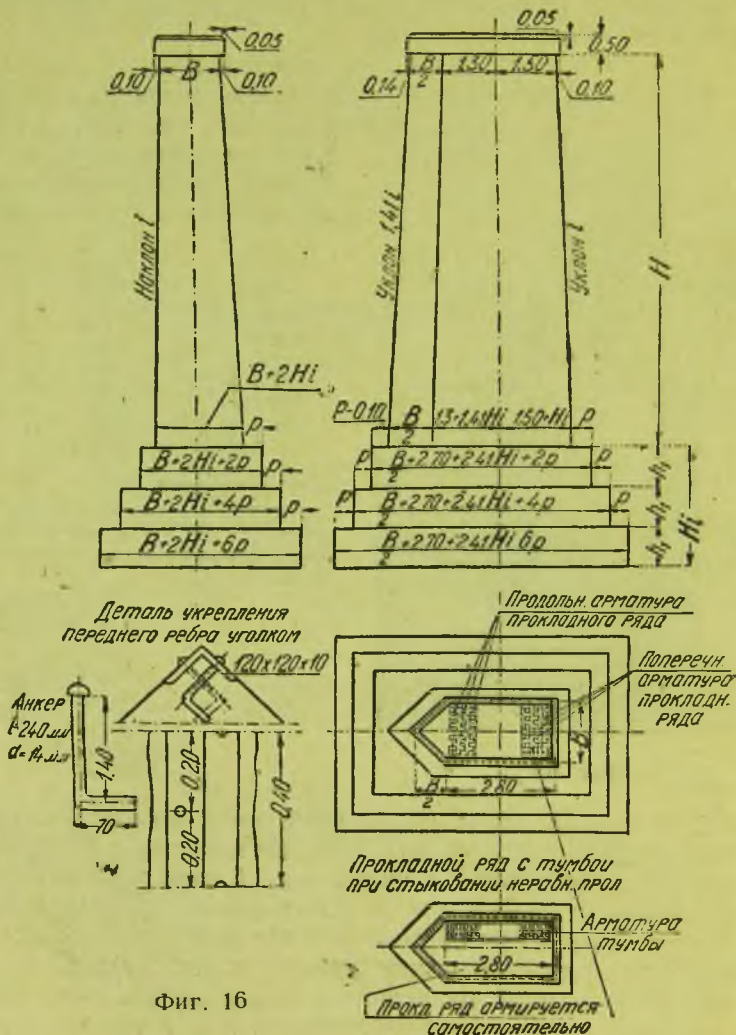
На фиг. 20 представлен устой арочного моста. Быки арочных мостов также подвергаются распору сводов, но этот распор действует на них от двух соседних пролетов и в значительной мере уравнивается. Поэтому размеры этих быков мало отличаются от размеров быков балочных мостов. Однако при обрушении смежного пролета бык моста может подвергаться одностороннему распору и при высоких опорах может не выдержать этой нагрузки и опрокинуться. Во избежание этого в длинных арочных виадуках через 3 — 5 пролетов делаются толстые быки, противостоящие одностороннему распору и предупреждающие, таким образом, возможное разрушение моста. На фиг. 21 представлены быки арочного моста.

2. Пролетные строения

Рассмотрим сначала балочные пролетные строения. Балочные пролетные строения мостов строятся из железобетона. При этом мосты самых малых пролетов (от 2 до 6 м) строятся в

виде плит, которые укладываются непосредственно на подферменную площадку опор. Плиты устраиваются с бортами, которые поддерживают балластное корыто.

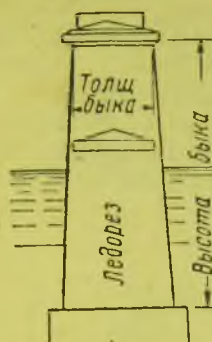
На фиг. 22 представлено такого рода пролетное строение. При низких насыпях (до 2 м) перила можно не устраивать.



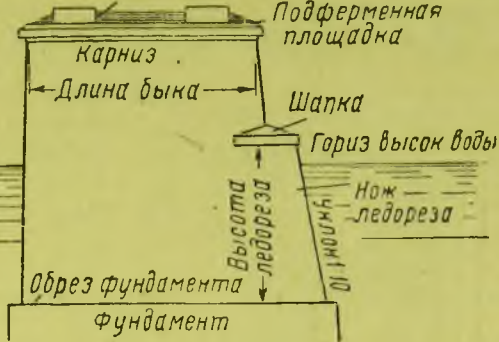
Фиг. 16

При больших пролетах (от 6 и даже от 5 до 20 м) железобетонные пролетные строения устраиваются в виде двух ребристых балок, перекрытых общей плитой, которая связывает балки и образует корыто для балласта. Для большей жесткости и обеспечения равномерной работы ребра соединяются в нескольких местах поперечными распорками (диафрагмами). Эти диафрагмы ставятся примерно на рас-

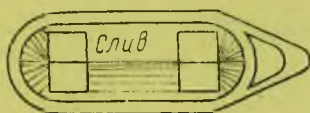
вид с верхней
стороны



боковой вид
слив

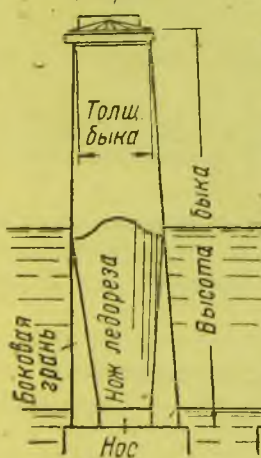


План

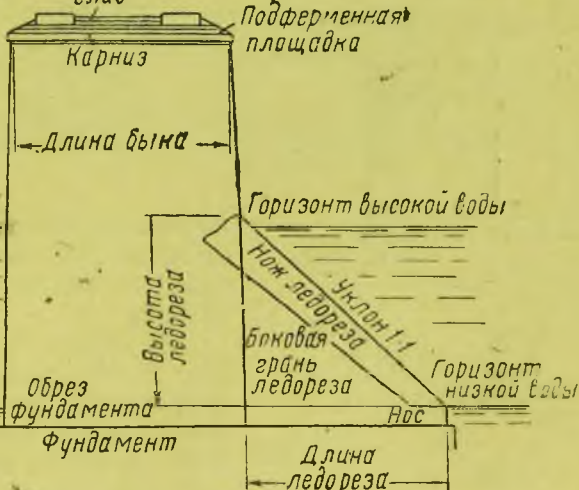


Фиг. 17

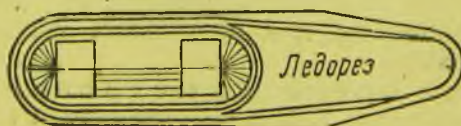
вид с верхней
стороны



боковой вид
слив



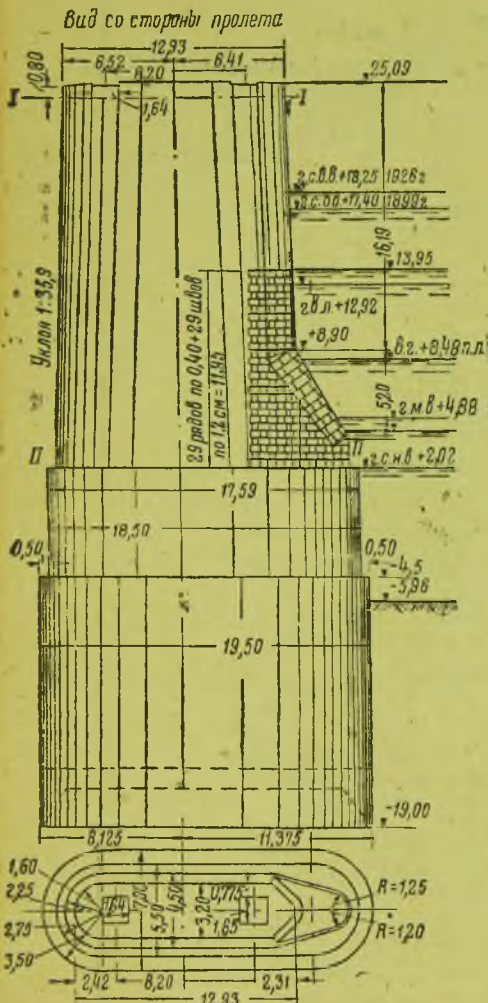
План



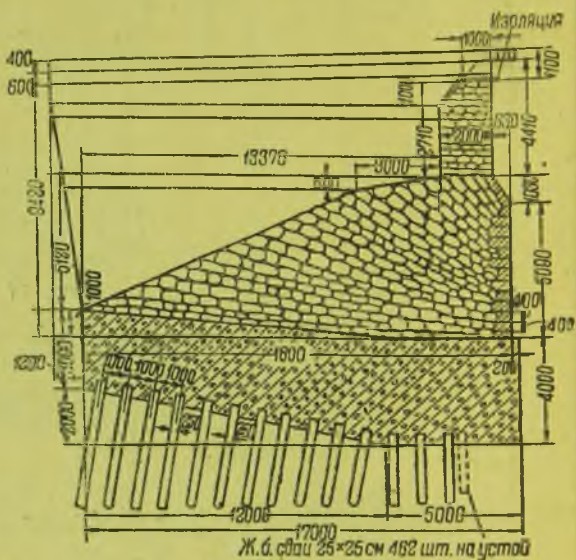
Фиг. 18

стоянии 4 м одна от другой. На фиг. 23а и 23б представлено пролетное строение из ребристых балок.

Ребра опираются на опоры при помощи опорных листов толщиной 20 мм. При этом на одной опоре устраивается неподвижная опора, а на другой — подвижная, допускающая свободное удлинение и укорочение пролетного строения при изменении температуры. В качестве подвижной опоры применяются двойные металлические листы толщиной 10—15 мм. Такие листы применяются при пролетах до 12 м. При более зна-



Фиг. 19



иг.Ф 20

чительных пролетах применяются более сложные опорные приспособления в виде стальных подушек на стальных катках.

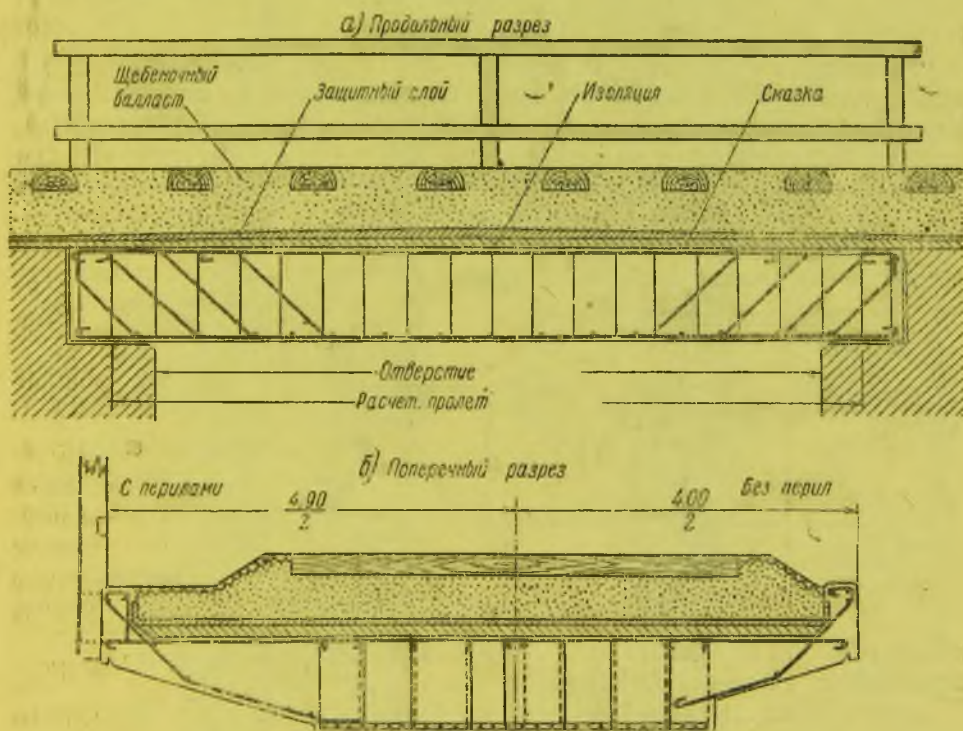
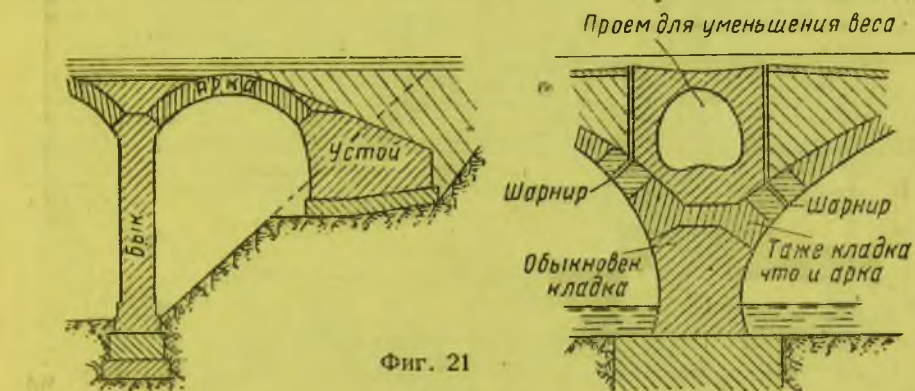
По верху железобетонная плита покрывается водонепроницаемым слоем (изоляция), который, в свою очередь, покрывается защитным слоем цементного раствора, предохраняющим изоляцию от повреждения при подбивке

шпал балластом. Изоляции и защитному слою придаются уклоны как в поперечном, так и в продольном направлении для обеспечения стока воды.

Арочные пролетные строения строят из камня, бетона и железобетона. При этом каменная и бетонная кладка применяется для малых и средних пролетов, железобетон — для более значительных пролетов (от 30 до 200 м).

Каменные и бетонные мосты по своей конструкции мало отличаются друг от друга.

Собственно пролетное строение состоит из свода и надсводного строения. Свод поддерживает надсводное строение, которое обра-



зует проезд по мосту. Сплошное надсводное строение состоит из двух боковых стенок по краям свода и забутки между ними (боль-

На фиг. 24 представлен Гарочный мост.

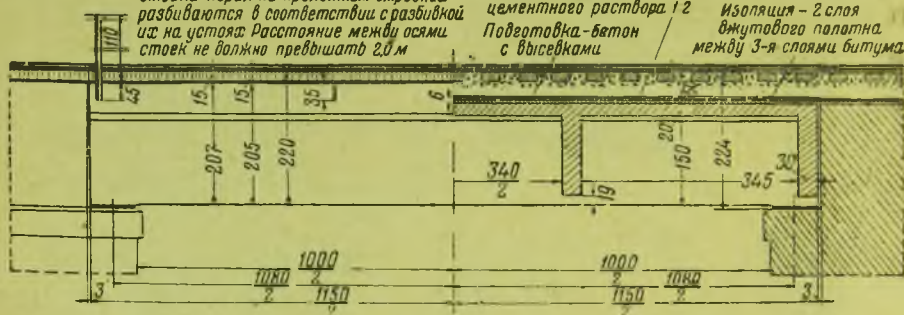
Phacel

Продольный разрез по оси пути

Стройки перил на пролетном строении
разбиваются в соответствии с разбивкой
их на устоях. Расстояние между осями
строек не должно превышать 2,0 м

Подготовка-бетон
с высеками

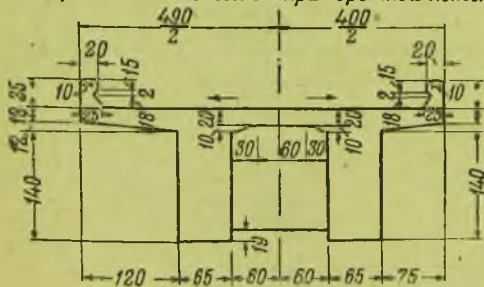
2 Изоляция - 2 слоя
джутового полотна
между 3-я слоями битума



Фиг. 23а

Поперечный разрез в пролете

При длинной консоли При короткой консоли

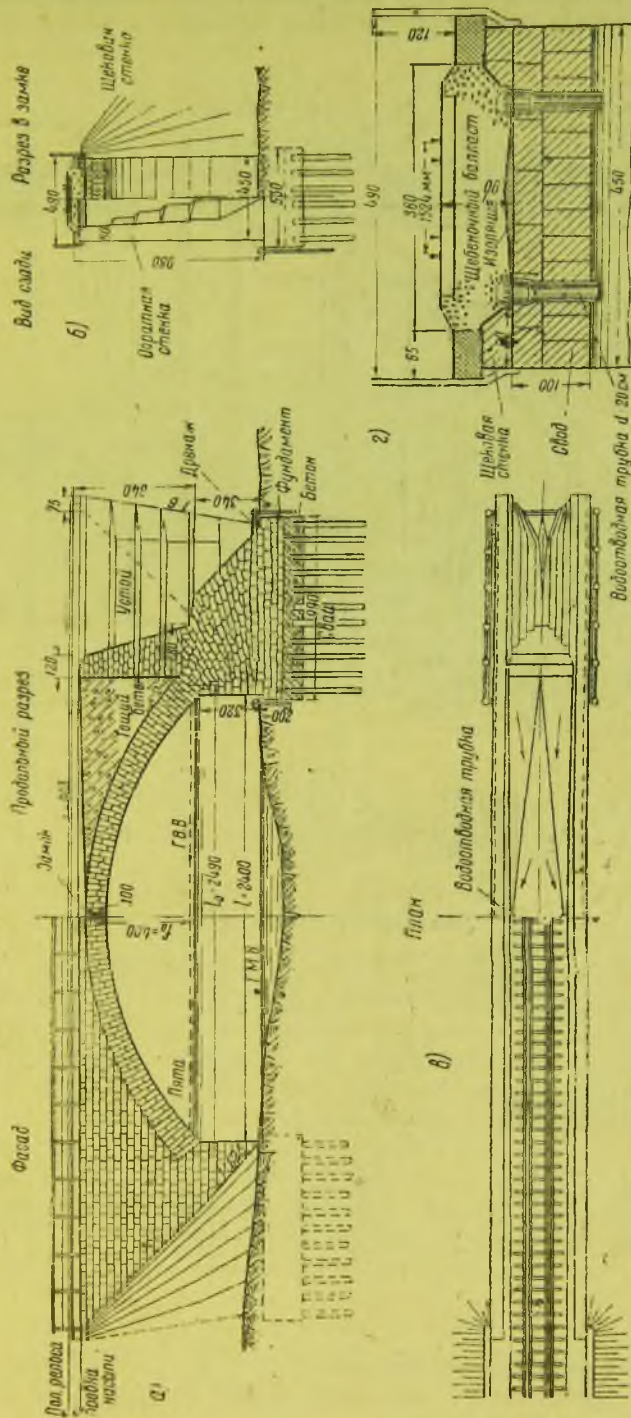


Фиг. 236

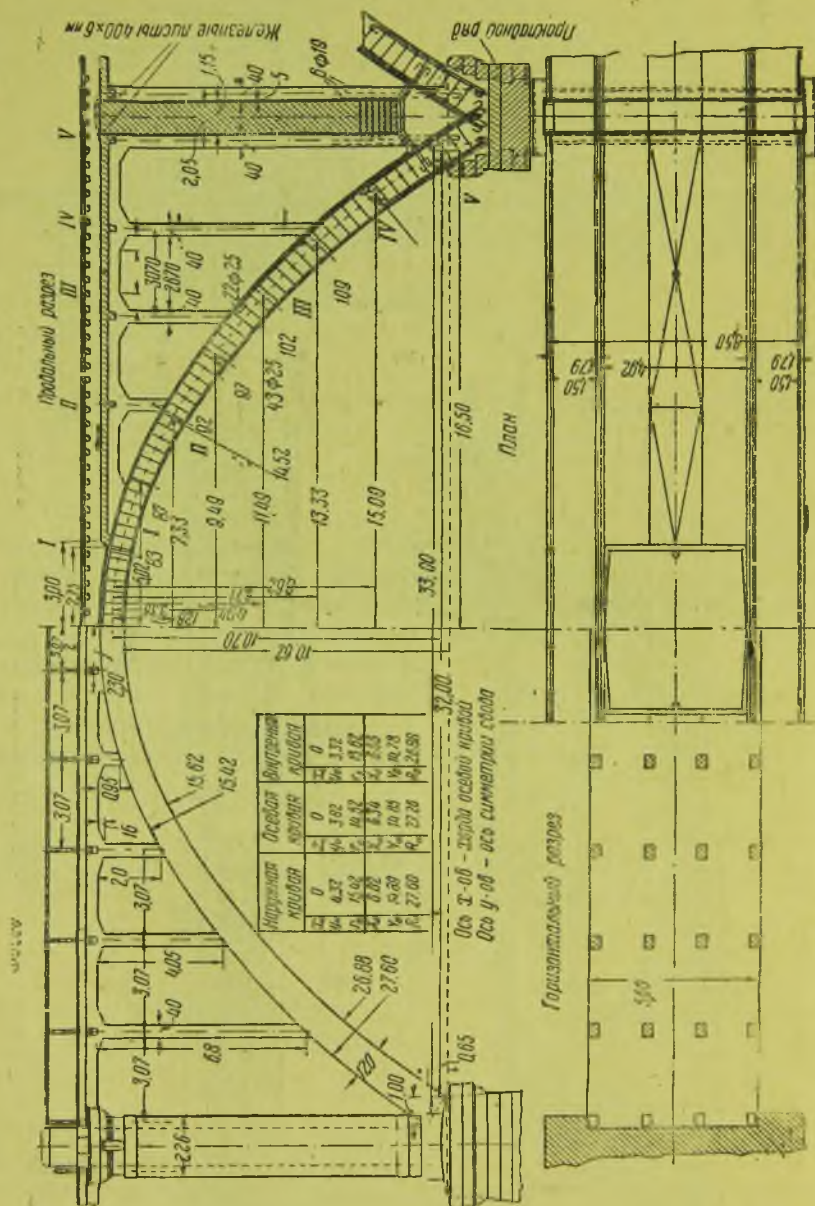
т. е. чем свод положе, тем больший распор производит он на опоры и тем массивнее они должны быть. Поэтому свод стараются проектировать с возможно большим подъемом.

При сооружении арочных и балочных мостов с неразрезными пролетными строениями требуется иметь более надежное основание под опорами, так как при плохом грунте неравномерные осадки

Арочные пролетные строения (небольших пролетов) из железобетона делаются такой же конструкции, как каменные и бетонные арочные пролетные строения, но надсводное строение устраивается часто не сплошным, а сквозным, в виде ребристых балочных конструкций, опирающихся на железобетонные колонны, заделанные по низу в толщу свода (фиг. 25).



Иногда пролетные строения делаются в виде отдельных (нешироких) арок, которые ставят в каждый пролет не менее двух. Арки



Фиг. 25

отличаются от свода только шириной. В то время как свод занимает всю ширину пролетного строения, арка занимает только часть

этой ширины, т. е. представляет собой узкий свод. По ширине моста отдельные арки соединяются между собой в нескольких местах поперечными связями.

Проезжая часть моста располагается над арками или между арками. При расположении проезжей части над арками надарочное строение опирается на арки при помощи колонн, а при расположении проезжей части между арками плита подвешивается к аркам при помощи железобетонных подвесок.



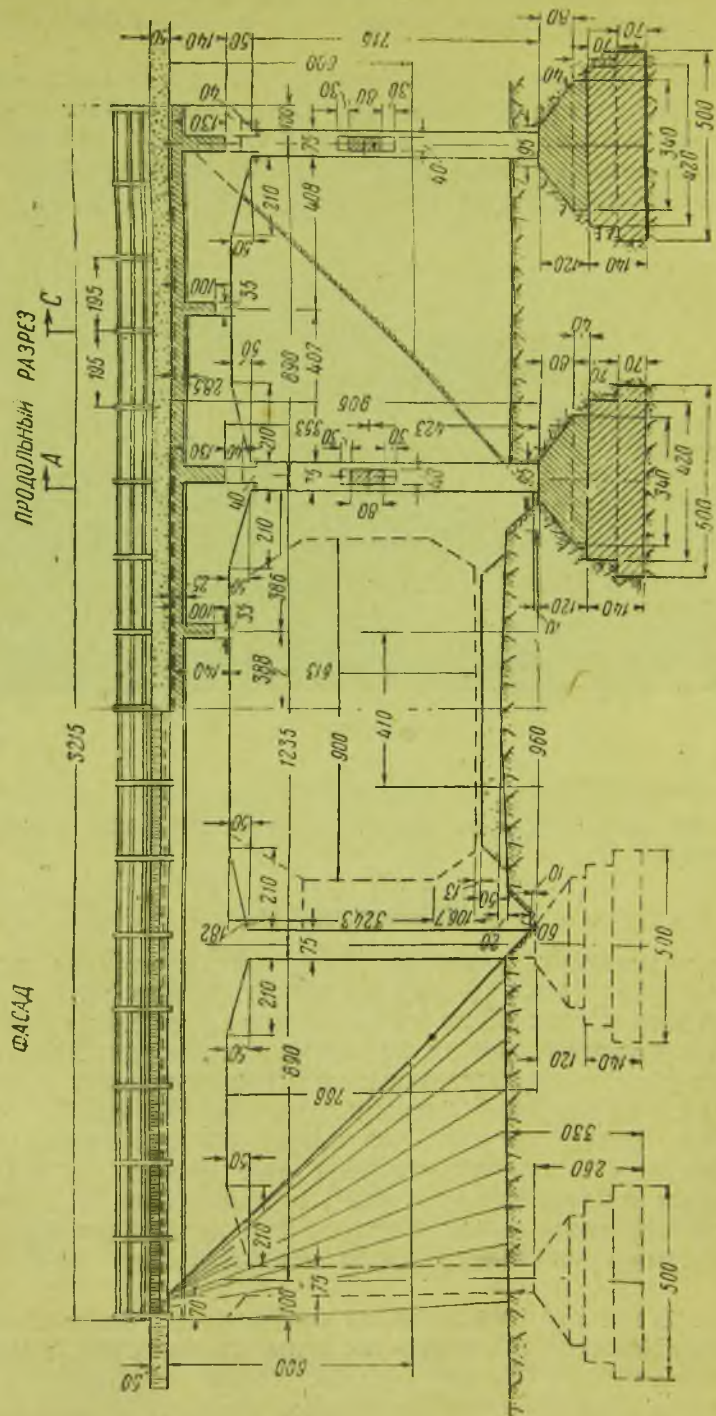
Фиг. 26

На фиг. 26 показан арочный мост, пролетное строение которого состоит из отдельных арок, а проезжая часть расположена между арками.

3. Рамные мосты

Мосты называются рамными, если железобетонное пролетное строение связано в одно целое с железобетонными же опорами-колоннами. В этих мостах объем бетона обычно значительно меньше, чем объем его в балочных мостах на массивных опорах. Это достигается главным образом за счет уменьшения размеров опор, однако конструкция их по сравнению с массивными опорами балочных мостов усложняется. Вследствие того что опоры рамных мостов представляют сравнительно слабые колонны или стойки, которые мало пригодны для применения их в реке, где они были бы подвержены опасности разрушения льдом и другими плавающими предметами, рамные мосты применяются почти исключительно как путепроводы.

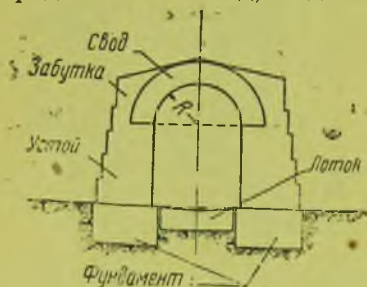
На фиг. 27а и 27б представлен путепровод под железную дорогу, перекрывающий железную же дорогу в два пути. Путепровод этот—трехпролетный, причем средний пролет перекрывает железную дорогу, а крайние—конусы насыпи. Пролетное строение имеет



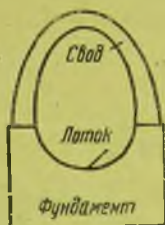
Фиг. 27а

показанных на фиг. 29б и 29в, устои отсутствуют и высокий свод (очерченный по так называемой коробовой кривой¹) опирается своими пятами непосредственно на фундамент.

Железобетонные трубы, представленные в поперечном разрезе на фиг. 29г — 29е, имеют круглое или прямоугольное сечение или же представляют свод, подобный каменному своду.



Фиг. 29а



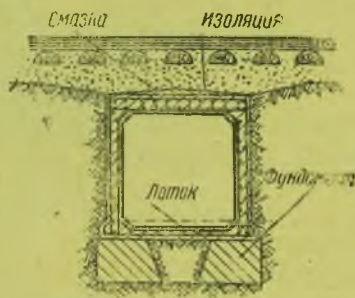
Фиг. 29б



Фиг. 29в



Фиг. 29г



Фиг. 29д



Фиг. 29е

Из представленного на фиг. 30 общего чертежа видно, что труба состоит собственно из тела трубы и входного и выходного оголовков. Оголовки имеют назначение дать течению воды правильное направление и предохранить откосы насыпи от подмыва. Тело трубы разделяется на отдельные звенья. Целью такого деления является обеспечение независимой осадки каждого звена. Вследствие различной высоты насыпи над звеньями, а следовательно различной нагрузки на звенья по длине трубы при возможной неоднородности грунта в основании трубы и значительном общем протяжении ее возможна неравномерная осадка трубы. Вследствие этой осадки в трубе могли бы появиться трещины.

Железобетонные круглые трубы нередко строятся без фундаментов.

2. Каменные и бетонные трубы

Каменные и бетонные трубы делаются отверстиями от 1 до 6 м. Наименьшая высота насыпи, при которой можно построить трубу,

¹ Подъемистая кривая, составленная из отрезков круговых кривых разных радиусов.

зависит от высоты трубы и должна быть такова, чтобы над верхом свода была обеспечена высота насыпи 0,6 м.

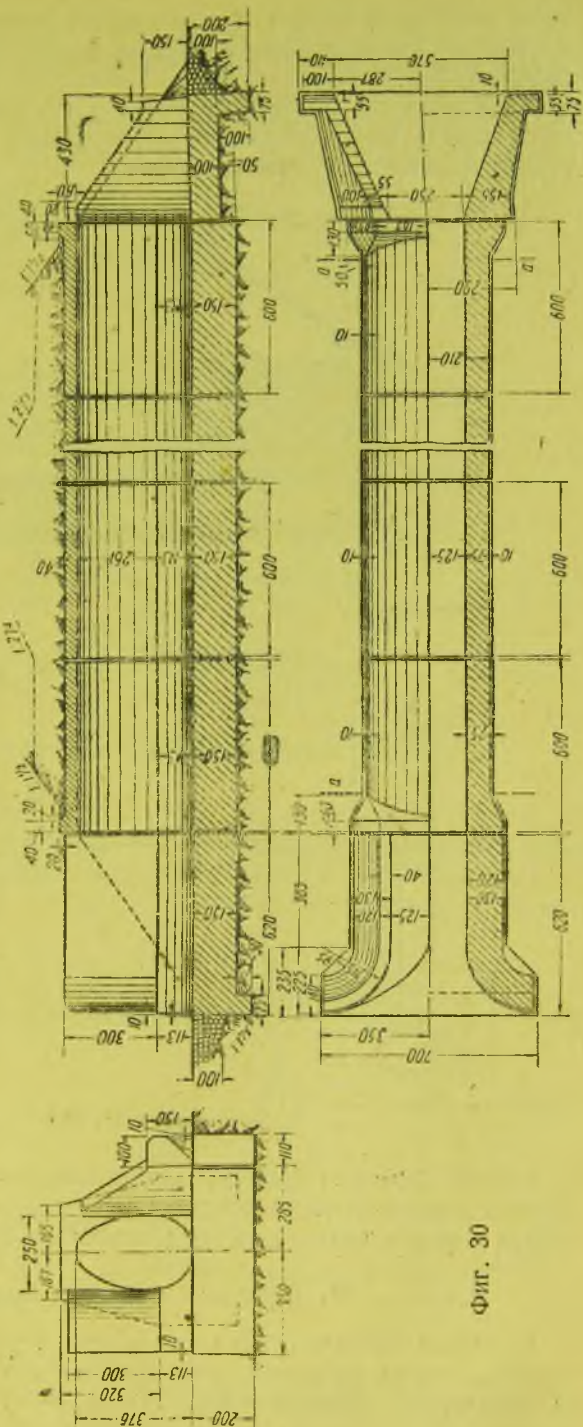
Трубы бывают со сводами, опирающимися на устои, или же с подъемными сводами, опирающимися непосредственно на фундамент. Делается он или общим под обеими половинами свода (фиг. 29б) или же раздельным под каждой пятой свода (фиг. 29а). В последнем случае между фундаментными массивами для предохранения дна трубы от размыва устраивается каменный или бетонный лоток.

В двухочковых трубах фундамент делается под каждое очко; фундамент разделяется по всей длине продольным швом (фиг. 31а и 31б). Этот шов исключает возможность появления трещин в фундаменте, так как допускает самостоятельную осадку каждого очка.

Оголовки труб в зависимости от местных условий и того или иного типа труб устраиваются в виде:

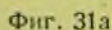
1) коридорного оголовка (фиг. 30, слева), представляющего две параллельные стенки, расходящиеся в начале оголовка в виде раструба;

2) оголовка с откосными крыльями (фиг. 30, справа), представляющего две постепенно понижающиеся к на-



Фиг. 30

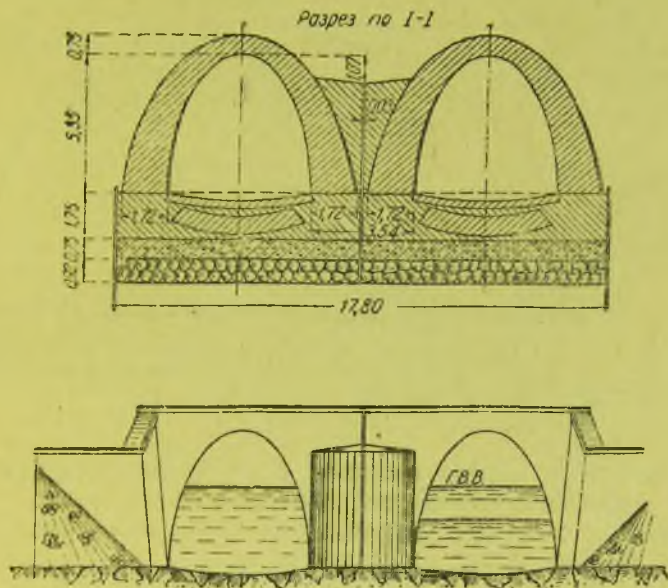
3) воротникового оголовка (фиг. 33), представляющего собой полукольцо, ограничивающее тело трубы параллельно откосу насыпи.



3. Круглые железобетонные трубы

30

разделенный на секции длиной по 4 м. Первое и последнее звенья трубы заделываются в оголовки: входной и выходной. Входной оголовок делается коридорного или порталного типа (фиг. 35). Равным образом выходной оголовок делается или с откосными крыльями или порталный.

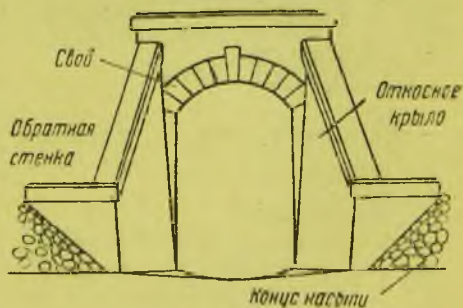


Фиг. 31б

Снаружи звенья труб покрываются изоляцией из пропитанной битумом ткани. После укладки звеньев на место перед засыпкой их землей делается обкладка их слоем трамбованной глины толщиной не менее 10 см.

Круглые трубы изготавливаются диаметром от 1 до 2 м.

Если количество воды, протекающей по оврагу, не вмещается в одну трубу (очко), то эти трубы устраиваются также в два и три очка. Звенья таких труб укладываются рядом на общем фундаменте (фиг. 36).



Фиг. 32

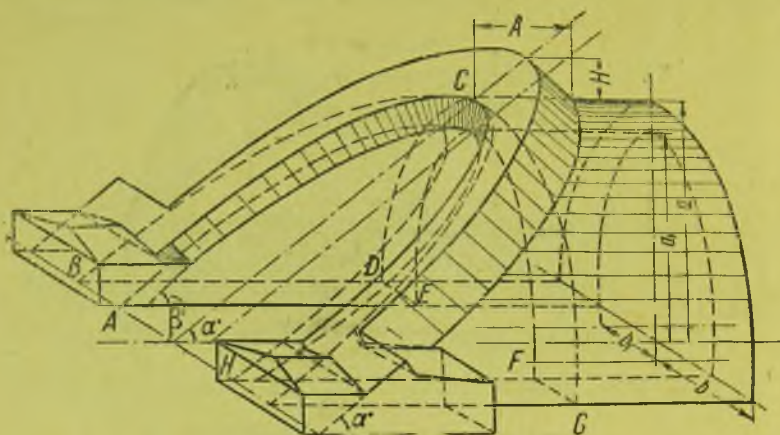
Прямоугольные железобетонные трубы

Прямоугольные железобетонные трубы строятся рамного типа (фиг. 29д) или из каменных или бетонных устоев, перекрытых плоской железобетонной плитой.

Трубы эти также устраиваются с входным и выходным оголовками.

Тело трубы разделяется на отдельные звенья. На фиг. 37а и 37б представлен общий вид одноочковой трубы прямоугольного сечения.

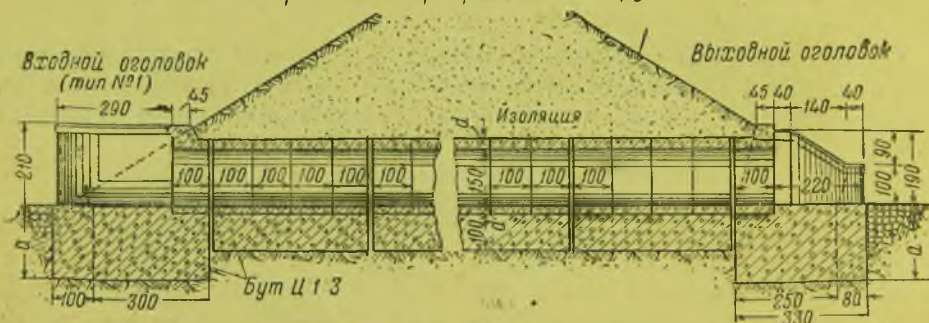
Трубы этого вида строятся отверстием от 1 до 8 м. Наибольшее число очков доходит до 4.



Фиг. 33

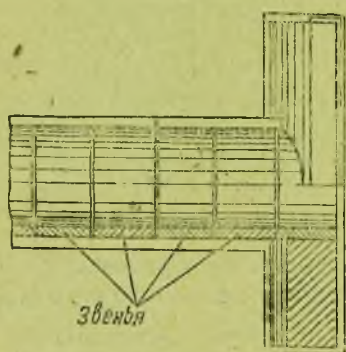
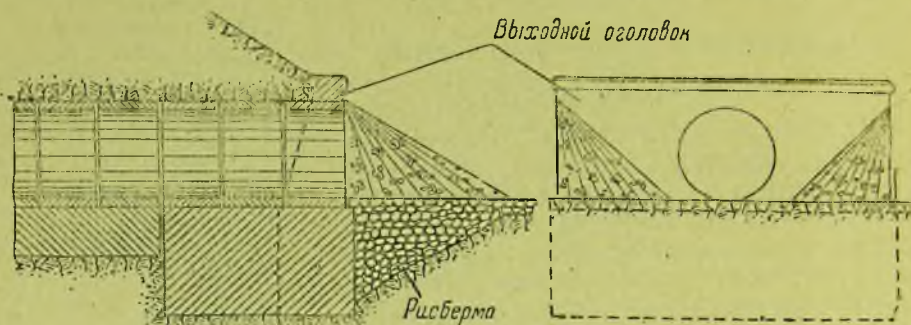
В многоочковых трубах смежные очки имеют общую стенку, которая, как и крайние стенки, основывается на отдельном фундаменте (фиг. 38). Между стенками устраивается лоток из бутовой или бетонной кладки, не связанный со стенками трубы.

Продольный разрез по оси трубы



Фиг. 34а

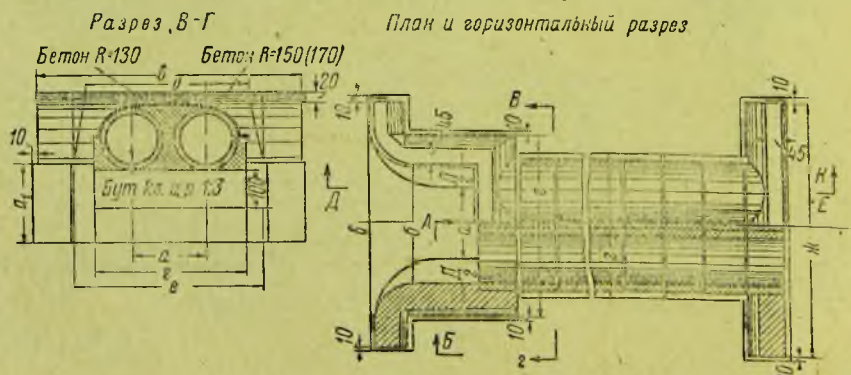
Тоннелям, сооружаемым при помощи щита, дают очертание в виде круга. Диаметр внутреннего круга подбирается таким образом, чтобы в круг полностью вписывались габариты СТ. 1 и СТ. 2 (фиг. 41а и 41б).



Фиг. 35

звеньев длиной 6 — 8 м. Крайние звенья тоннеля сопрягаются с наружной подпорной стенкой, поддерживающей перпендикулярный к оси пути откос. Эти видимые снаружи подпорные стенки,

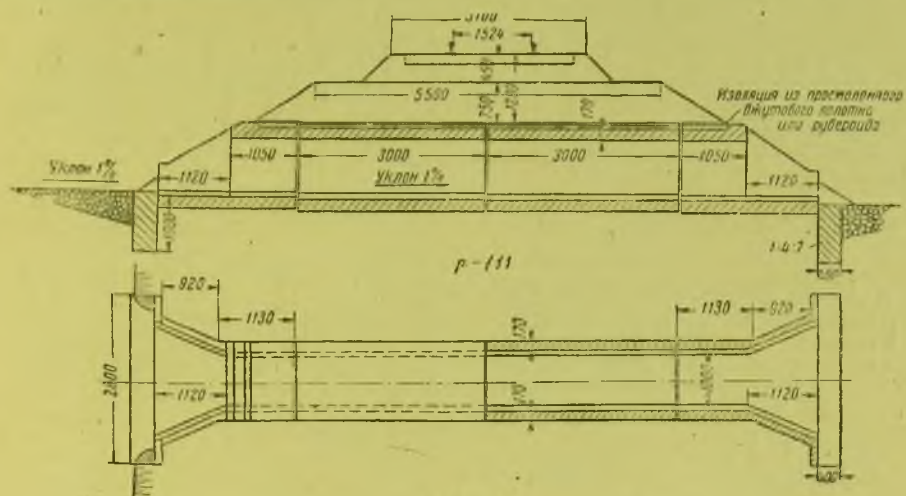
Тоннели, сооружаемые горным способом, при наличии твердых горных пород, которые не подвергаются разрушению, ничем не обделываются. В противном случае тоннели приходится обделывать по их внутреннему очертанию каменной или бетонной кладкой. Эта обделка предохраняет обнаженный грунт от обвала от действия атмосферы и воспринимает давление вышележащей горной породы, которую прорезает тоннель. В продольном направлении обделка устраивается в виде отдельных



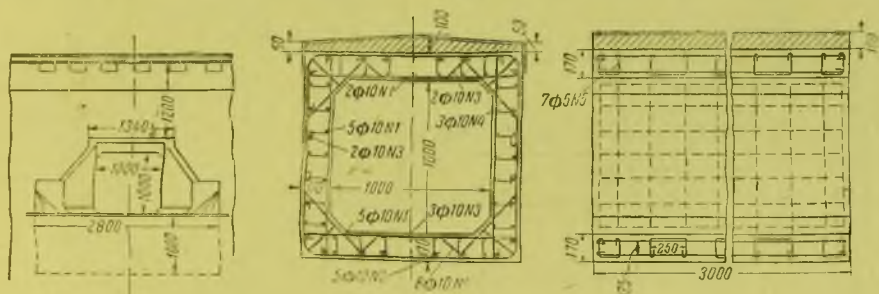
Фиг. 36

в которых сделаны входы в тоннель, называются порталами (фиг. 42).

Очертание и конструкция тоннельной обделки для однопутных тоннелей приведены на фиг. 43.



Фиг. 37а

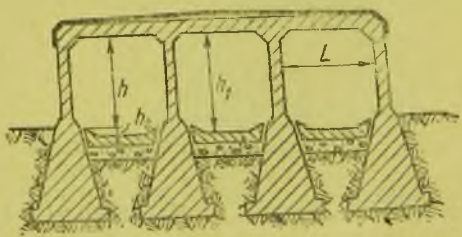


Фиг. 37б

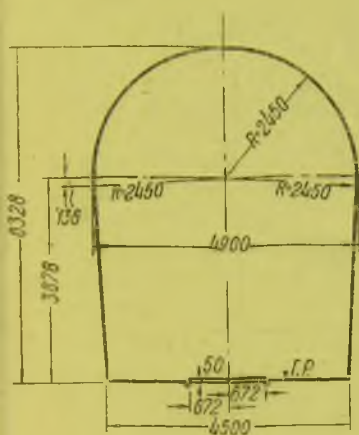
На фиг. 43,а представлено сечение тоннеля без обделки для крепких, неветривающихся пород.

На фиг. 43,б дано сечение для крепких сплошных пород, могущих, однако, в будущем потребовать обделки вследствие возможного выветривания. В этом случае тоннель разрабатывается так, чтобы эта обделка поместилась, не выходя за требуемый габарит тоннеля.

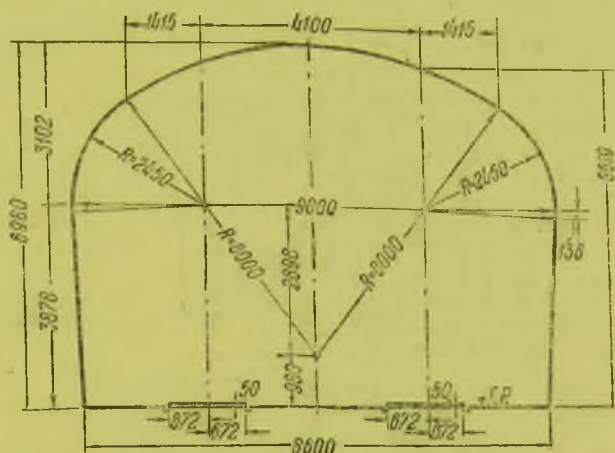
На фиг. 43,в представлено сечение для выветривающихся или слабых горных пород, рыхлых грунтов, требующих устройства обделки уже при постройке тоннеля. Чем слабее грунт, тем толщина обдел-



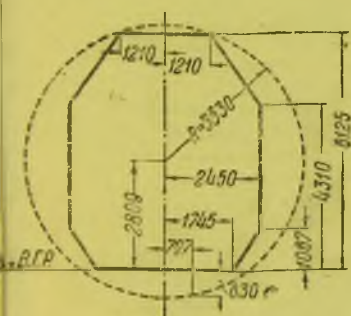
Фиг. 38



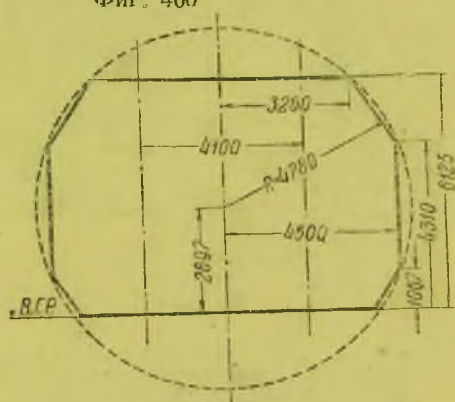
Фиг. 40а



Фиг. 40б



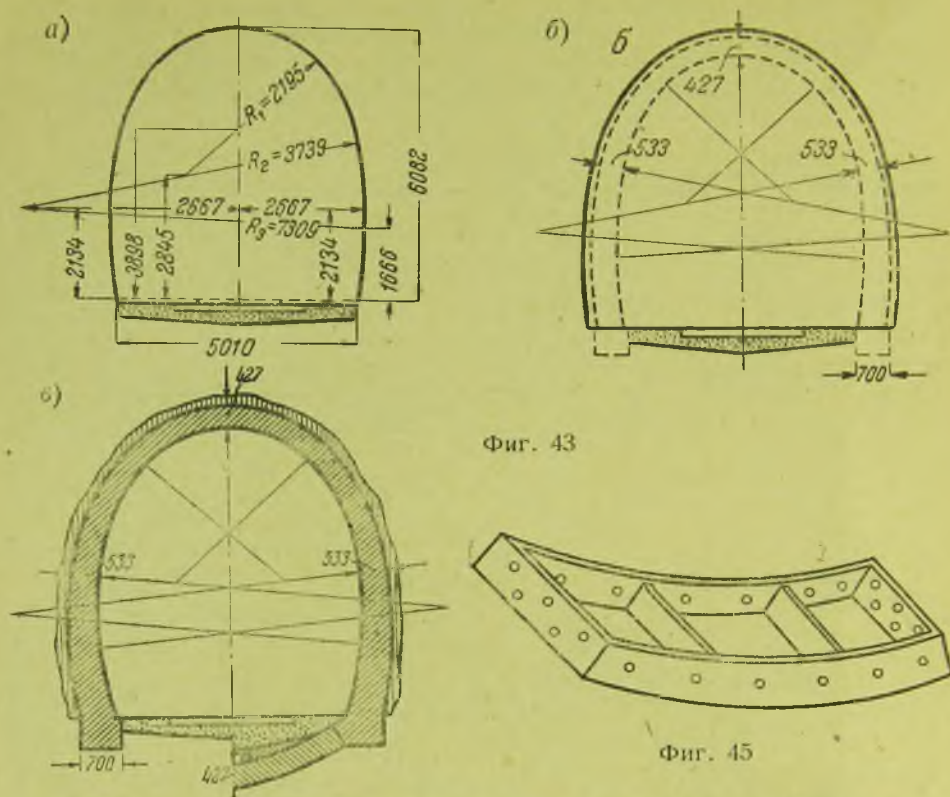
Фиг. 41а



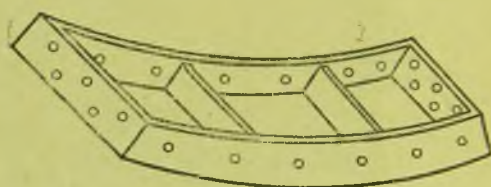
Фиг. 41б



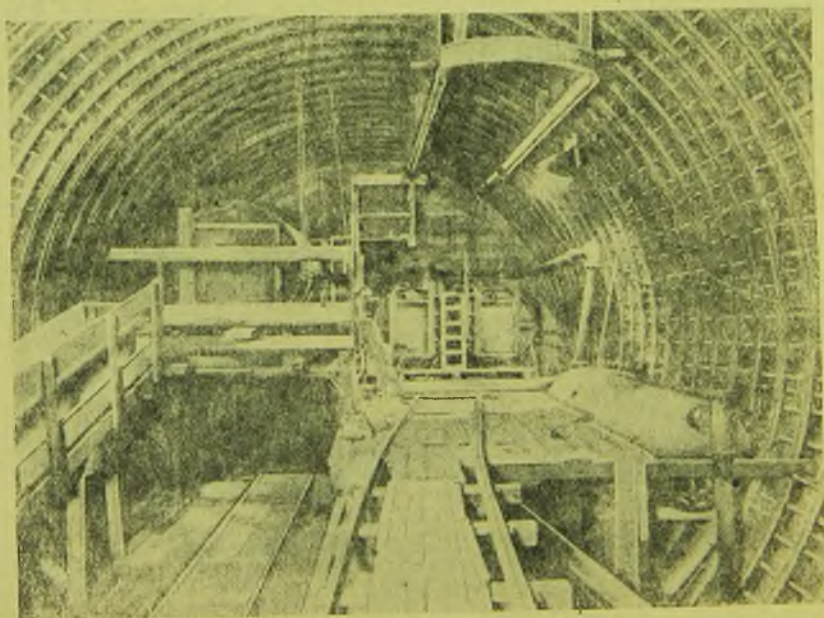
Фиг. 42



Фиг. 43



Фиг. 45



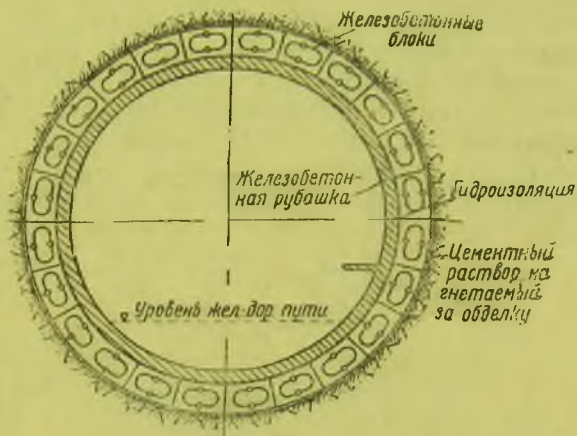
Фиг. 44

На фиг. 46 показан поперечный разрез щитового тоннеля, закрепленного железобетонными блоками, а на фиг. 47 показан отдельный блок отделки.

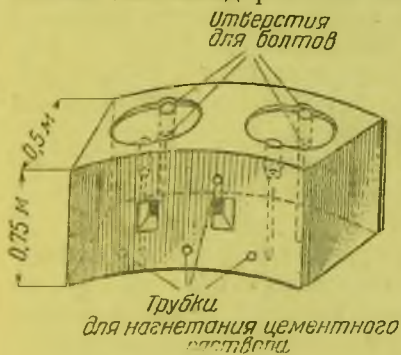
2. Подпорные стенки

Подпорными стенками называются искусственные сооружения, устраиваемые для поддержания откосов земляного полотна насыпи железных и авто-гужевых дорог на косогорах при проведении дороги вдоль обрывистых берегов рек, морей или больших озер, при проведении дороги через городские территории для уменьшения ширины отвода земли под железную дорогу и предотвращения доступа людей на полотно железной дороги с городских улиц.

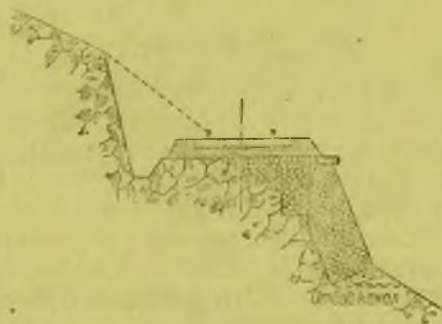
На фиг. 48 представлена массивная подпорная стенка для поддержания железнодорожной насыпи на косогоре.



Фиг. 46



Фиг. 47



Фиг. 48

ГЛАВА ВТОРАЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОСНОВАНИЯХ И ФУНДАМЕНТАХ СООРУЖЕНИЙ

§ 5. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Основанием сооружения называется слой грунта, на который опирается сооружение своим фундаментом и которому, следовательно, передается нагрузка от сооружения.

Нагрузка от сооружения может передаваться на грунт по всей

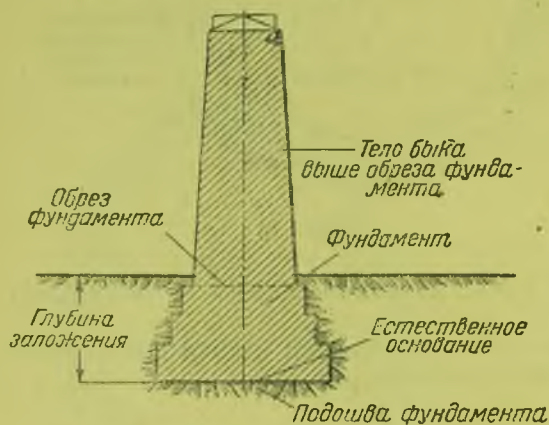
площади сооружения, как это можно видеть в каменных трубах, где для обеих половин свода устроен общий фундамент, или на часть площади, как, например, в трубах на отдельных фундаментах.

Грунт в основании сооружения должен мало и равномерно сжиматься под нагрузкой, не подвергаться размывающему действию поверхностных и грунтовых вод, не промерзать.

Верхние слои грунта обычно слабы, по своей природе не способны принять давление от сооружения и могут размываться текущими водами. Для обеспечения устойчивости сооружения фундамент его заглубляют в землю на такую глубину, где перестают оказывать влияние указанные выше факторы и грунт

может принимать давление от сооружения. Такой грунт называют материком.

На фиг. 49 изображен бык моста. Часть быка ниже поверхности грунта называется фундаментом. Фундамент передает нагрузки, приходящиеся на бык, и вес самого быка более надежным слоям грунта. Нижняя поверхность фундамента, которой он опирается на основание (на грунт), называется подошвой



Фиг. 49

фундамента. Верхняя поверхность (обычно по своей площади делается больше площади тела сооружения, находящейся выше поверхности земли) называется обрезом фундамента. Глубина от поверхности земли до подошвы фундамента называется глубиной заложения фундамента.

Если грунт основания не укрепляется при постройке сооружения и остается в естественном состоянии, он называется естественным основанием, а про сооружение говорят, что оно расположено на естественном основании.

Если грунт слабый и не может принять нагрузку от сооружения, заглубить же фундамент до хорошего грунта очень сложно, а иногда и невозможно, то грунт основания до возведения на нем сооружения укрепляют. В этом случае говорят, что фундамент сооружения расположен на искусственном основании.

§ 6. СООРУЖЕНИЯ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ОСНОВАНИИ

Лучшим грунтом для естественного основания является скальный грунт; хорошим — крупный песок, песок с гравием; удовлетворительным — песок с зернами средней крупности, твердая сухая глина и суглинок. Плохим грунтом являются мелкие пески, слабые и пластичные глины.

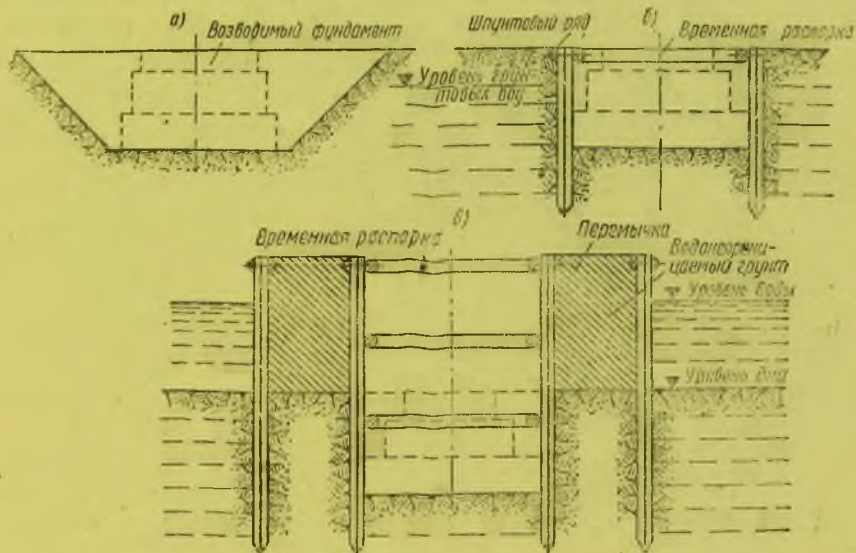
Не могут служить основанием грунты с растительными остатками (торфяные, болотные, илистые и пр.), грунты-плывуны.

Фундаменты сооружений на естественных основаниях устраиваются или в открытых котлованах или опускным способом.

Для устройства фундамента открытым способом необходимо сделать в грунте выемку (котлован) по размерам фундамента и в этой выемке возвести фундамент от подошвы до обреза.

При этом в зависимости от положения грунтовых вод могут представиться следующие случаи:

- 1) котлован разрабатывается в сухом грунте;
- 2) котлован разрабатывается в мокром грунте, т. е. уровень грунтовых вод стоит выше подошвы основания;
- 3) котлован устраивается на месте, которое покрыто водой.



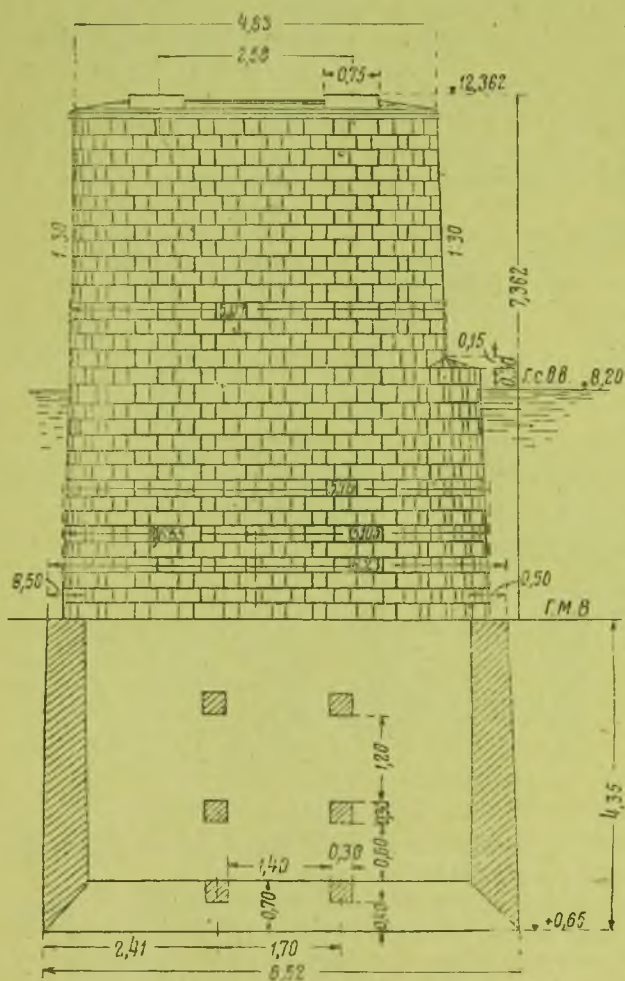
Фиг. 50

В первом случае котлован вырывается в виде выемки, ограниченной с боков земляными откосами (фиг. 50, а).

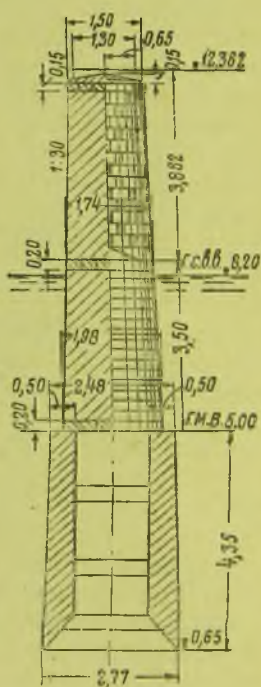
Во втором случае ниже уровня грунтовых вод котлован ограждают деревянным шпунтовым рядом и при выемке грунта применяют водоотлив (фиг. 50, б). В третьем случае котлован ограждают перемычкой, верх которой располагают выше поверхности воды, и из огражденного перемычкой пространства производят водоотлив, а затем приступают к выемке земли, поддерживая все время водоотлив (фиг. 50, в). Перемычка устраивается в простейших случаях из двойного шпунтового ряда с заполнением пространства между рядами шпунтов водонепроницаемым грунтом (глинистой землей). Когда котлован вырыт, производят его подчистку по уровню, под так называемую проектную отметку. Отметкой называется возвышение какой-либо точки или плоскости над уровнем моря. Отметки устанавливаются геодезистами

(задаются проектировщиками сооружения) при нивелировке железнодорожной линии, причем они даются для всех важнейших точек: пикетов, на которые разбивается железная дорога при ее измерении, реперов, т. е. надежно закрепленных постоянных точек, от которых при утрате отметок пикетов производятся все последующие нивелировки.

В проекте сооружения (например моста, трубы и пр.) заданные отметки указываются для всех важнейших мест: подошвы основания, обреза фундамента, подферменной площадки и пр. Эти отметки называются проектными.



Фиг. 51а



Фиг. 51б

Когда котлован подчищен под проектную отметку, его предъявляют к освидетельствованию. При этом освидетельствовании производится проверка правильности геометрических размеров котлована и отметки подошвы котлована. Грунт котлована подвергается освидетельствованию, а иногда производят испытание прочности грунта.

По окончании осмотра котлована составляют акт освидетельствования основания сооружения и немедленно приступают к устройству фундамента.

К опускным фундаментам прибегают обычно при глубоком заложении основания сооружений. На месте сооружения котлован не отрывается, а сначала устраивается известная часть фундамента, которую опускают в грунт до проектной отметки. Для возможности опускания фундамента его делают полым в виде одного или нескольких соединенных вместе колодцев или нижняя часть фундамента делается в виде бездонного ящика — кессона. Последний опускается до проектной отметки людьми, работающими в кессоне, куда беспрерывно подается сжатый воздух, вытесняющий воду из кессона. По достижении кессоном проектной отметки нижняя камера кессона, в которой работали люди, заделывается бетоном. На фиг. 51а и 51б показан бык, фундамент которого устроен при помощи опускного колодца, а на фиг. 52 показан бык, фундамент которого заложен кессонным способом.

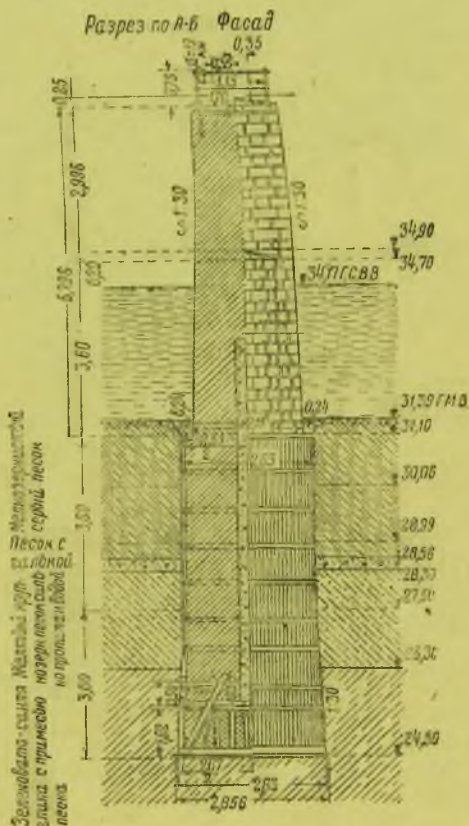
§ 7. СООРУЖЕНИЯ НА ИСКУССТВЕННОМ ОСНОВАНИИ

Наиболее часто грунт под основание укрепляют при помощи свай. Такое укрепленное сваями основание называется свайным основанием.

Сваи забиваются на глубину от 4 до 8 м и более. Разделяются они на забивные и набивные. По материалу сваи делятся на деревянные, железобетонные и бетонные. Деревянные сваи применяют только в том случае, если уровень грунтовых вод стоит выше подошвы фундамента и головы их можно срезать ниже уровня грунтовых вод. Только в этом случае можно рассчитывать, что сваи, находясь постоянно под водой, не сгниют.

Если же уровень грунтовых вод расположен ниже подошвы фундамента, то применяют негниющие сваи — из бетона или железобетона.

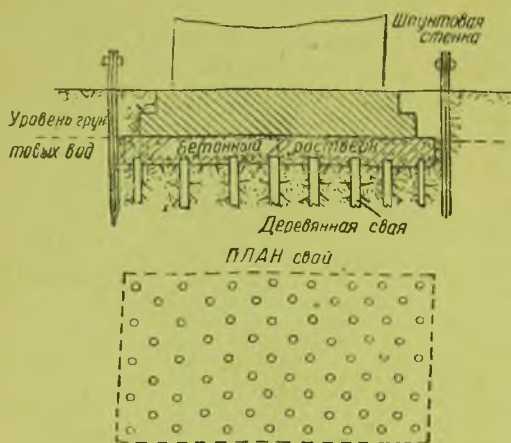
Забивные железобетонные сваи представляют собой прямоугольного сечения стержни, изготавливаемые на месте или на бетонном за-



Фиг. 52

воде, отвердевшие до забивки. Сваи забиваются механической бабой при помощи копра или молотом—паровым или пневматическим. Набивные сваи делаются прямо в грунте основания.

Способов устройства таких свай очень много. Один из них заключается в следующем: буровым снарядом пробуривают в грунте скважины диаметром 25 — 40 см. Бурение ведется с обсадной трубой.



Фиг. 53

Когда бурение закончено, производят бетонирование скважины при постепенном вытаскивании трубы и при сильном трамбовании бетона в скважине. Освобожденный от оболочки бетон раздается в стороны, и в результате в грунте получается свая неправильной формы, но хорошо сопротивляющаяся нагрузке.

Забивные сваи погружаются не менее чем на 4 м ниже подошвы фундамента. Прекращается забивка после достижения указанной глубины, а главным образом после получения требуемого от-

каза¹, т. е. после того как погружение сваи от одного удара или залого (10 ударов) будет меньше заданного. Отказ назначается в зависимости от нагрузки на сваю, приходящейся на нее по расчету.

Нижняя часть фундамента свайного основания делается из бетона в виде подушки толщиной не менее 1 м.

В эту подушку заделываются головы свай основания, и, таким образом, сваи оказываются связанными в одно целое. Сваи заделываются в подушку на глубину 0,3 — 0,5 м (1½ — 2 диаметра сваи). Эта подушка называется бетонным ростверком (фиг. 53).

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КАМЕННЫХ, БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РАБОТ

§ 8. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

1. Естественные каменные материалы

Земная кора состоит из горных пород; горные породы отложены в виде сплошных твердых образований, т. е. скал, или в виде скалы, распадавшейся на отдельные слои и куски, иногда с про-

¹ Отказом сваи называется величина, на которую погружается свая от одного удара или от залого: 10—20 ударов бабы или молота по свае.

слойками рыхлых продуктов ее (песка, глины). Иногда рыхлые продукты разложения твердых пород покрывают последние пластами большой мощности.

Куски твердых горных пород, отделенные от скалистых образований силами природы или искусственным путем, называемые естественными камнями, идут для строительных целей. Естественные камни идут в дело без всякой обработки или после механической обработки (расколки, обтески). Естественные каменные материалы в отличие от камней, приготовляемых искусственно на заводах, различаются:

1) по их геологическому происхождению, т. е. по способу их образования в земной коре и дальнейшему превращению;

2) по их сложению;

3) по их строению.

По геологическому происхождению каменные материалы разделяются на вулканические, осадочные и превращенные.

Вулканические, или изверженные, породы называются также первичными породами.

В далеком прошлом земля находилась в огненно-жидком состоянии и, остывая с течением времени, покрывалась твердой оболочкой. Огненно-жидкая масса находилась под большим давлением твердой оболочки и под этим давлением застывала. Твердая оболочка земли постепенно утолщалась: часть огненно-жидкой массы временами изливалась через трещины на поверхность земной коры и здесь остывала.

Таким образом, возникли первичные, или изверженные, горные породы. Породы, образовавшиеся внутри земной коры под большим давлением, называются глубинными (граниты, сиениты, диориты), а те, которые застыли на поверхности земной коры (под малым давлением), называются излившимися (диа базы, базальты, лавы).

Под влиянием воды, воздуха, изменений температуры, растительности и пр. первичные горные породы постепенно разрушались. Это разрушение называется выветриванием горных пород. Вследствие выветривания сплошные породы разделились трещинами на отдельные обломки или куски разной величины. Впоследствии эти куски и обломки размельчались на отдельные песчинки и на еще более мелкие пылевидные части. Ветер, лед и особенно потоки воды сносили эти размельченные части с возвышенностей, где они образовывались, в пониженные места, где они осаждались в виде пластов или слоев, образуя осадочные горные породы, называемые также вторичными.

При осадчении отдельные зерна породы, оставаясь не связанными между собой, образовали рыхлые обломочные породы (песок, гравий, глина). В других случаях зерна склеивались каким-либо связующим веществом (глиной, гипсом, кремнекислотой) и, таким образом, получались твердые обломочные породы (песчаник и др.).

При выносе горных пород водой, а также при высыхании морей и озер растворенные в воде части выпали из раствора в виде твердых пород (известковые туфы, известняки, гипс и пр.). Некоторые осадочные горные породы образовались на дне морей вследствие отложения громадного количества обломков и скелетов морских организмов (кораллы, раковины и др.). Так образовался мел, ракушечник, трепел и др.

Преобразованные горные породы образовались путем видоизменения вулканических и осадочных горных пород под влиянием высоких температур и давлений. Таким образом, известняки превратились местами в мрамор, глины — в глинистые сланцы, граниты — в гнейсы и т. п.

Каменные породы по их сложению разделяются на: а) массивные горные породы, вся масса которых представляется более или менее цельной; б) слоистые породы, состоящие из пластов массивных горных пород, разделенных между собой слабыми прослойками, и в) рыхлые и обломочные породы, представляющие собой более или менее рыхлое скопление измельченных массивных горных пород.

По строению или структуре каменный материал разделяется на:

1) кристаллический, т. е. состоящий из отдельных правильной формы частиц, спаянных между собой по наружным плоскостям;

2) аморфный, т. е. состоящий из бесформенных мелких частиц, обладающих одинаковыми свойствами во всех направлениях;

3) порфировидный, т. е. имеющий стеклообразное строение, причем часто в однородной по виду массе выделяются вкрапления крупных кристаллов;

4) слоистый, когда в каменном материале наблюдаются прослойки другой структуры или другой породы.

Структура в основном определяет прочность камня в различных направлениях. Камни, имеющие мелкозернистую структуру, более прочны, чем камни с крупнозернистой структурой, а слоистые породы обычно по слоям имеют наименьшую прочность.

2. Минералы

Естественные каменные материалы сложены из мелких частиц, называемых минералами. Минерал представляет однородное по своему химическому составу и свойствам тело, образовавшееся в земле. В природе наблюдается большое количество минералов, и каждый камень может быть сложен из большого числа разных минералов. Однако в каждом камне можно выделить главные минералы, т. е. породообразующие, и второстепенные. Кроме того, минералы могут быть объединены в группы по своим химическим свойствам.

Вулканические горные породы составлены из минералов, которые по своему химическому составу представляют кремнистые соединения. Из этих минералов главнейшими являются: кварц, полевой шпат, слюда, роговая обманка, авгит.

К в а р ц является весьма распространенным минералом высокой прочности и твердости. По внешнему виду кварц представляет кристалл в виде шестигранной призмы, прозрачный или полупрозрачный, серого, желтого, иногда черного цвета. Он составляет 40 — 80% изверженных горных пород; при выветривании кварц образует песок.

П о л е в о й ш п а т встречается белого, желтоватого и красного цвета, легко выветривается и образует глину.

С л ю д а — минерал, состоящий из тонких легко разделяющихся листочков. Главнейшие разновидности слюды — это прозрачная и почти бесцветная и черная. Первая — мало выветривается, вторая — легко выветривается. При большом содержании слюды камни получают слоистое сложение. Некоторые виды слюды легко выкрошиваются и выветриваются; они являются той составной частью камня, которая ослабляет прочность его.

Р о г о в а я о б м а н к а и **а в г и т** являются по своим свойствам минералами, близкими к полевому шпату; они придают камням вязкость (стойкость против ударов).

Осадочные горные породы состоят из минералов, представляющих по своему химическому составу углекислые соединения.

Наибольшее распространение имеет минерал **и з в е с т к о в ы й ш п а т**, или **к а л ь ц и т**, кристаллического строения, в чистом виде бесцветный. Примесями кальцит окрашивается в разные цвета: серый, желтый и др. Твердость его небольшая. Он не стоек в отношении кислоты и, например, в соляной кислоте легко растворяется. Кальцит входит в состав известняков, мрамора, мергелей и др.

Меньшее распространение имеет минерал **м а г н е з и т**, более твердый, чем кальцит, и, наконец, **д о л о м и т** — соединение кальцита и магнезита. Свойства доломита средние между кальцитом и магнезитом.

Кроме углекислых соединений в состав известняков входят сернокислые соединения, из которых главнейшим минералом является гипс. Он представляет минерал волокнистого или зернистого строения, очень мягкий и растворимый в воде.

3. Камни вулканических пород

Г р а н и т состоит из кристаллических зерен минералов: кварца, слюды, полевого шпата и др. Кварц наблюдается на поверхности камня в виде бесцветных кристаллов; полевой шпат — в виде непрозрачных кристаллов белого, желтого, розового цвета; слюда — в виде блестящих чешуек светлого и черного цвета. Общий цвет гранитов чаще всего серый или красный. Чем мельче составляющие гранит кристаллы, тем камень прочнее, но в общем гранит является одной из наиболее прочных каменных пород. Вследствие этого гранит применяется для частей сооружений, где требуется большая прочность, а также для облицовки опор, мостов и труб. Гранит залегает большими массивами, а иногда встречается отдельными валунами и булыгами.

Массивные залегания гранита имеются в Карело-Финской ССР, УССР, Закавказье, на Урале и в Сибири. В виде валунов гранит встречается на значительной части РСФСР как остаток древнего ледникового периода.

Близко по своим свойствам подходят к граниту **сиенит** и **диорит**. Сиенит и диорит очень похожи на гранит, но в них очень мало кварца, а иногда он и совсем отсутствует. Встречаются эти породы камня там же, где и граниты.

Базальт — мелкозернистая порода почти черного цвета, состоящая в основном из полевого шпата и авгита. Обладает высокой прочностью. Вследствие того что базальт плавится при температуре 1300° Ц, он применяется для выделки искусственной плавленной облицовки, отличающейся еще большей прочностью, чем естественный базальт. Базальт встречается на Кавказе, в Крыму и Восточной Сибири.

Диабаз — похож по составу на базальт. Цвет темный, иногда зеленый. Встречается в Карело-Финской ССР, Крыму, на Северном Кавказе и Урале.

4. Камни осадочных пород

Песчаники состоят из зерен песка, сцементированных различными веществами: глиной, известью, кремнекислотой. В зависимости от рода цементирующего вещества прочность разновидностей песчаников различна: наибольшей прочностью обладают кремнистые песчаники, так называемые **кварциты**. Глинистые песчаники являются наименее прочными и в строительстве не применяются.

Песчаники довольно широко распространены по СССР: они имеются в центральных областях Европейской части СССР, в Поволжье, на Украине и в других местах.

Известняки состоят главным образом из мелких зерен минерала кальцита, связанных каким-либо цементирующим веществом: кальцитовым, известково-глинистым и т. д.

Известняки разделяются на: а) плотные известняки, в которых зерна нельзя разглядеть простым глазом; б) землистые известняки — мел; в) пористые породы — известковые туфы; г) крупнопористые породы, состоящие из раковин, — ракушечник; д) зернисто-кристаллические известняки — мраморы (относятся собственно к превращенным породам). Цвет известняков самый разнообразный: белый, бурый, серый, желтый, красноватый.

Плотные известняки идут в дело как строительный камень; более слабые породы идут на обжиг для приготовления воздушной извести. Известняки с примесью глины, называемые **мергелями**, идут для производства портланд-цемента. Землистые известняки (мел) применяются для побелки зданий в гражданском строительстве, а также идут на обжиг для получения воздушной извести и портланд-цемента.

Известняки имеют повсеместное распространение в СССР.

5. Камни превращенных пород

Наиболее часто встречаются **гнейсы**. По составу гнейс имеет сходство с гранитом, но в нем слюда располагается прослойками,

отчего гнейс легко колетса по этим слоям. Слои слюды в гнейсах являются слабым местом камня. Встречается гнейс в СССР очень часто: на Украине, Кольском полуострове, Урале и в Сибири.

Мрамор представляет собой мелкокристаллический известняк. Мрамор имеет очень красивый рисунок и разнообразный цвет. Применяется как отделочный материал (отделка станций Московского метрополитена).

§ 9. СТРОИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. Механическая прочность

Сила, действующая на материал извне, например удар кувалды по камню при раскалывании, удар бабы по свае при забивке, проходящий по мосту поезд и т. п., стремится изменить форму материала: сжать, изогнуть, растянуть или разделить на части. Под действием внешней силы в материале возникают **внутренние силы**, которые, противодействуя внешней силе, не допускают или лишь частично допускают изменение формы материала.

Способность материала не поддаваться изменению от действия внешней силы или поддаваться только в известной мере (сопротивляться) называется **механической прочностью** материала.

Изменение формы материала называется **деформацией**. Соответственно возрастанию действия силы возрастает деформация. После того как сила переходит известный предел для определенных размеров и свойств материала, он **разрушается**.

Сжатие. В искусственных сооружениях каменные материалы работают главным образом на **сжатие**.

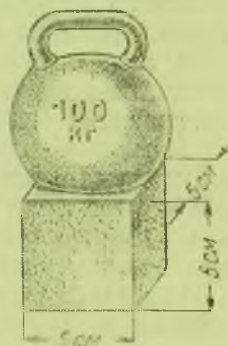
Если взять кубик (фиг. 54), сделанный из камня, положить его на твердое основание, а сверху положить тяжелую гирю, то кубик будет сжиматься положенным на него грузом или нагрузкой и передавать это давление основанию.

Если величину нагрузки на кубик разделить на площадь, которой он опирается на основание, то можно найти нагрузку на единицу площади основания. Например, кубик имеет стороны по 5 см, площадь его основания равна 25 см^2 . Допустим, что груз, лежащий на кубике, равен 100 кг, тогда нагрузка на 1 см^2 основания кубика будет равна $100 : 25 = 4 \text{ кг на } 1 \text{ см}^2$.

Нагрузка, приходящаяся на 1 см^2 поперечного сечения кубика, называется **напряжением** и измеряется числом килограммов на 1 см^2 площади поперечного сечения.

С увеличением нагрузки на кубик наступит момент, когда кубик не выдержит нагрузки и будет раздавлен.

Напряжение, которое испытывает материал при разрушении его сжатием, называется **временным сопротивлением**



Фиг. 54

с ж а т и ю. О механической прочности каменных материалов судят по их временному сопротивлению сжатию. Каменный материал до употребления его в дело должен быть испытан в лаборатории, где должно быть определено его временное сопротивление сжатию. Например, камень для бутовой кладки должен иметь временное сопротивление не менее 400 кг на 1 см². Чаще встречаются следующие камни: известняки, которые имеют временное сопротивление от 100 до 1 900 кг на 1 см², песчаники — от 300 до 2 300 кг на 1 см², граниты — от 1 100 до 3 500 кг на 1 см², базальты — от 1 000 до 4 500 кг на 1 см². Слабые известняки и песчаники с временным сопротивлением менее 400 кг на 1 см² для бутовой кладки искусственных сооружений не допускаются.

Каменный материал в искусственных сооружениях нельзя нагружать до разрушения. Обычно нагружают каменный материал до некоторой части временного сопротивления, оставляя запас прочности.

Величина запаса прочности, или, другими словами, величина допускаемого напряжения, устанавливается техническими условиями на проектирование сооружений.

Р а с т я ж е н и е. Если брусок каменного материала начать растягивать в противоположные стороны, то в материале возникнут растягивающие напряжения.

Каменный материал сопротивляется растяжению во много раз хуже, чем сжатию, и его временное сопротивление на растяжение обычно в 25 раз меньше временного сопротивления сжатию. Поэтому каменные материалы не применяются в таких сооружениях, где они должны работать на растяжение.

И з г и б. Если брусок из каменного материала опереть на две опоры и между опорами на него положить какой-либо груз, то брусок будет изгибаться между опорами.

Каменные материалы работают на изгиб хуже, чем на сжатие, но лучше, чем на растяжение. Временное сопротивление камня на изгиб составляет около $\frac{1}{10}$ временного сопротивления сжатию. Поэтому камень избегают применять в таких сооружениях, где он работал бы на изгиб.

У д е л ь н ы й и о б ъ е м н ы й в е с а. Большинство материалов, в том числе каменные, сложены из плотного, составляющего данный материал вещества, в котором, однако, всегда имеются мельчайшие пустоты, или поры. Если бы сжать данный материал настолько, чтобы поры его исчезли, то материал стал бы абсолютно плотным. Вес единицы объема материала в абсолютно плотном состоянии называется у д е л ь н ы м в е с о м.

Обычно удельный вес обозначают отвлеченным числом без наименования. Так как удельный вес воды равен единице, то удельные веса других материалов, взятые без наименования, показывают, во сколько раз вещество данного материала легче или тяжелее воды.

Удельный вес природных каменных материалов колеблется в границах, составляя от 2,2 до 3,3.

О б ъ е м н ы м в е с о м называется вес единицы объема данного материала в естественном состоянии, т. е. вместе с имеющимися в нем порами.

Обычно объемный вес выражается весом одного кубического метра в килограммах (обозначается кг на 1 м³).

Для определения объемного веса материала нужно его высушить при температуре 100° Ц до полного испарения воды и тогда взвесить, определив предварительно объем материала. Объемный вес получается от деления веса на объем.

Объемный вес сыпучих материалов (например песок, цемент и др.) зависит от степени уплотнения этих материалов при насыпании их в сосуд при взвешивании, а потому нужно обратить внимание на состояние этого уплотнения и, во всяком случае, сравнивать этот вес при одинаковом уплотнении.

Объемный вес главных каменных и других материалов дан в табл. 1.

Таблица 1

Объемный вес главных каменных и других материалов

Название	Объемный вес в кг на 1 м³	Примечание
Природные массивные камни		
Гранит	2 500—2 800	В куске
Базальт	2 700—3 000	
Песчаники	2 200	
Известняк	2 400—2 600	
Мрамор	2 500—2 800	
Рыхлые материалы		
Гравий	1 600—1 800	В рыхлом состоянии
Щебень	1 200—1 400	
Песок (сухой)	1 450—1 650	
Искусственные камни		
Обыкновенный красный кирпич	1 600—1 800	В воздушно-сухом состоянии
Огнеупорный кирпич	1 850	
Силикатный кирпич	1 700 1 900	
Обычный бетон	2 200—2 400	
Железобетон	2 400—2 500	
Вяжущие вещества		
Известь негашеная	900	В порошке
Известь гашеная в тесте	1 300—1 450	В утрясенном состоянии
Цемент (в порошке)	1 300	
Дерево		
Сосна	400—600	В воздушно-сухом состоянии
Металлы		
Сталь	7 850	
Жидкости		
Вода	1 000	

2. Морозоустойчивость

Как известно, вода при низкой температуре обращается в лед, и при этом объем образовавшегося льда примерно на 10% больше

объема воды, из которой лед образовался. Этим свойством воды объясняется тот факт, что при замерзании воды в закрытом сосуде этот сосуд лопається.

Вода, проникающая в поры и трещины каменных материалов, с наступлением морозов обращается в лед; лед не вмещается в порах и трещинах и производит распирающее действие на материал. Таким образом, образуются новые трещины, увеличиваются существующие, материал выкрашивается.

Морозоустойчивостью каменных материалов называется их способность в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное переменное действие замораживания и оттаивания без видимых признаков разрушения и понижения прочности.

Каменные материалы железнодорожных искусственных сооружений находятся в очень невыгодном состоянии в отношении действия мороза. Осенью (во время дождливой погоды) они насыщаются водой, а зимой и весной (при заморозках) подвергаются попеременному замерзанию и оттаиванию иногда много раз в течение одного сезона.

Поэтому все каменные материалы, применяемые для кладки искусственных сооружений, проходят лабораторное испытание на морозоустойчивость.

Для этого берут образцы от партий материалов и многократно замораживают их в насыщенном водой состоянии до 17°C , а затем оттаивают. При испытании наблюдают, чтобы образцы камня не имели никаких внешних признаков разрушения (сколов углов и ребер у кубиков, трещин и пятен и т. д.).

Для искусственных сооружений, расположенных в северных районах, в Сибири, в Дальневосточном крае, замораживание и оттаивание образцов должны быть 25-кратные, а для остальных районов СССР — 15-кратные

§ 10. ВИДЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. Общие сведения

Естественные каменные материалы применяются для каменных и бетонных работ при строительстве искусственных сооружений в виде отдельных камней и в виде сыпучих материалов (песок, гравий, щебень).

При применении отдельных камней каменные материалы подвергаются почти исключительно только механической обработке (расколка, обтеска, иногда распиловка). Так, щебень получается дроблением более крупных кусков естественного камня с последующей сортировкой — грохочением раздробленного материала. Каменный сыпучий материал кроме его сортировки подвергается иногда промывке.

Применяемый для строительства каменный материал, как и вообще всякий материал, должен удовлетворять в отношении его качества техническим требованиям и до поступления на работы должен быть подвергнут испытанию в лаборатории. Строительство должно получить официальное заключение лаборатории на пригодность материала. Это заключение сохраняется строительством до сдачи сооружения

в эксплуатацию и должно быть предъявлено комиссии при приемке сооружения в доказательство пригодности принятых для сооружения материалов.

Технические требования на материалы, их обработку изложены в «Технических требованиях (временных) к производству работ по искусственным сооружениям железнодорожного транспорта», изданных Управлением железнодорожного строительства НКПС.

Равным образом на основные строительные материалы изданы Общесоюзные стандарты (сокращенно ОСТ), которыми также следует руководствоваться при определении качества материалов.

2. Бутовый камень

Бутовый камень, применяемый для бутовой кладки искусственных сооружений, заготавливается двух видов: **рваный** и **булыжный**. **Рваный камень** получается выламыванием его из скалы; он имеет неправильную форму и разные размеры. Крупные куски раскалываются на более мелкие для непосредственного применения их в кладке. Куски камня не должны быть слишком мелки, так как в кладке в таком случае будет слишком много швов, а швы кладки менее прочны, чем целый камень. С другой стороны, слишком крупные камни неудобны в работе, так как каменщику трудно с ними обращаться и укладка их требует много времени. Наименьший размер камня в поперечнике должен быть не менее 10 см, а наибольший — не более 50 см.

Наиболее желательно, чтобы бутовый камень имел вид плиты. Из плиты кладка может вестись правильными рядами, что повышает прочность кладки. Такой камень получается при разработке природного камня слоистого залегания. Если такого залегания не имеется, то при разработке и расколке камня стараются искусственно придать ему вид плиты, или, как говорят, получить **постелистый камень**. Для кладки искусственных сооружений следует применять только **постелистый камень**, если нельзя иметь плиту.

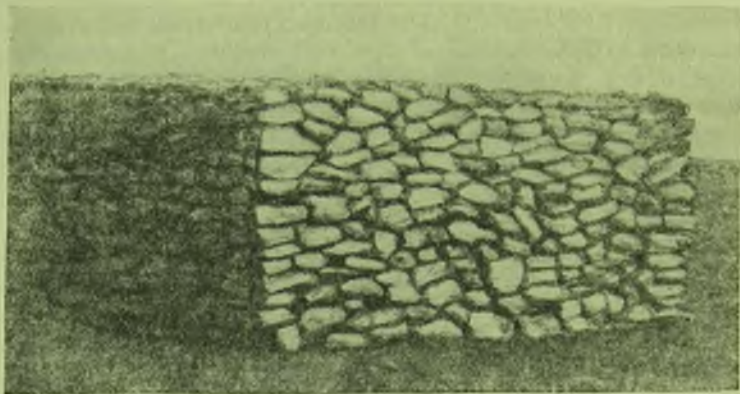
Булыжный камень встречается в природе в виде отдельных окатанных валунов, имеющих разные размеры. Крупные валуны разбиваются на куски таких размеров, которые пригодны для кладки. Более мелкие валуны требуется разбивать хотя бы пополам. Применять валуны без расколки для кладки нельзя, так как такие камни нельзя устойчиво уложить и кладка из таких камней будет иметь малую прочность. Камень для бутовой кладки должен быть твердых пород, однообразного строения, без трещин и признаков разрушения от выветривания.

Перед применением камня в кладку он должен быть испытан в лаборатории на механическую прочность и морозоустойчивость.

Прочность камня (временное сопротивление на сжатие) должна быть не менее 400 кг на 1 см².

Каменный материал для строительства при заготовке выкладывается в штабели с вертикальными стенками (фиг. 55). При осмотре штабелей во время приемки бутового камня нужно обращать внима-

ние на плотность укладки и качество камня. В штабелях не должно быть камней очень больших размеров, а с другой стороны, не должно быть много мелочи. Камень должен быть постелистый. Форма шта-



Фиг. 55

белей должна быть правильной для более точного обмера их; штабели должны быть выложены на выровненных площадках.

3. Штучный камень

Штучный камень применяется для облицовки: мостовых опор, оголовков труб, порталов тоннелей, лицевой стороны сводов в трубах, арочных мостов, тоннелей и подпорных стенок.

Штучный камень представляет собой крупный рваный или булыжный камень, соответственным образом отесанный. Обычно передняя сторона камня (лицо) отесывается полностью; грани, прилегающие к лицу (постели, по которым камень укладывается в сооружение, и заусенки — боковые грани), отесываются частично, и задняя, хвостовая, часть камня остается без отески и подвергается только, если нужно, околке. Часть постелей (верхней и нижней), прилегающая к лицу, подвергается получистой теске в виде ленты неодинаковой ширины. По середине ширины камня лента имеет наибольшую ширину, а по концам наименьшую. Заусенки также отесаны получистой теской, как и постели. На остальной части постели и заусенки подвергаются околке.

Облицовочные камни заготавливаются двух типов: ложки и тычки (фиг. 56). Это делается для лучшей заделки облицовки в тело сооружения.

Ложки своей длинной частью укладываются вдоль облицовываемой поверхности, а тычки, наоборот, — длинной частью входят в толщу кладки. Соответственно положению ложек и тычков в кладке производится и самая отеска камней. В кладке ложки чередуются с тычками, т. е. в ряду камни укладываются таким образом: ложка, тычок, ложка, тычок и т. д.

Для ложек длина лицевой части берется в пределах полуторной или двойной высоты камня. Длина хвостовой части ложка не менее высоты камня. Для тычков длина лицевой части не менее высоты, длина хвостовой части берется не менее двойной высоты камня.

Для угловых камней длина лица по одной грани должна быть не менее высоты, а по другой грани — не менее полуторной высоты.

Верхние и нижние постели штучных облицовочных камней должны быть параллельны между собой, а боковые грани (заусенки) — перпендикулярны постелям и лицевой грани.

Ширина отесанной части заусенков ложек и тычков должна быть по середине высоты камня не менее 10 см, а у углов — не менее 7 см. Ширина постелей по середине длины камней должна быть у тычков не менее $\frac{3}{4}$ высоты и у ложек — не менее $\frac{1}{2}$ высоты.

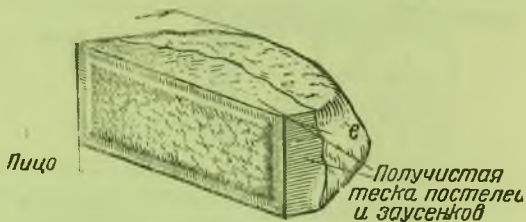
Хвостовая часть у облицовочных камней должна быть сколота настолько, чтобы она не выступала по высоте и ширине за очертания лица камня.

Обработка лица допускается: чистой (фиг. 57,а) или получистой теской, теской в ленту (фиг. 57,б) и грубым приколом (фиг. 57,в).

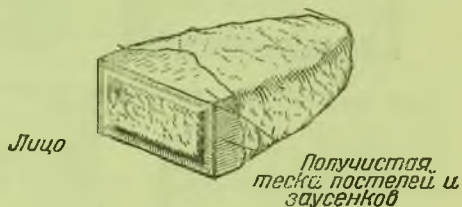
При чистой и получистой теске лица вся лицевая часть камня обрабатывается так же, как и лицо. При обработке в ленту средняя часть лица остается грубоотесанной (она называется шубой), а по четырем краям камень обрабатывается чистой теской в виде ленты шириной 3 — 5 см. Шуба должна выступать над гранями лент на 2 — 5 см. При обработке грубым приколом вся лицевая часть камня остается грубооколотой. Шуба должна возвышаться над ребрами камня также на 2 — 5 см. Впадины шубы по отношению к ребрам или ленте не допускаются.

Высота камней для облицовки мостовых опор назначается в проектах в пределах от 25 до 60 см. Высота камней для облицовки ледорезов назначается в пределах от 40 до 60 см. Камни для облицовки ледорезов обрабатываются чистой теской.

Для облицовки сводов применяют продолговатый камень, у которого ширина меньше высоты, а именно ширина камня не должна быть больше $\frac{2}{3}$ высоты. При тонких сводах толщина облицовочных камней выбирается равной толщине свода. Для связи облицовки с телом свода также применяют тычки и ложки, чередуя их. Однако



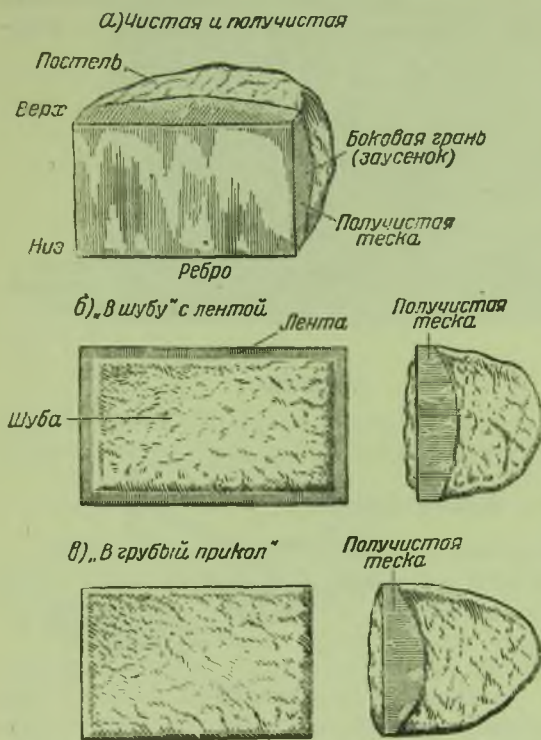
б) Тычок



Фиг. 56

здесь ложки и тычки различаются только длиной хвостовой части, которая у ложек делается не менее ширины камня, а у тычков — не менее двойной ширины камня:

Камни для лицевой грани свода делаются прямоугольной формы, если разница в толщине шва по верху и по низу камня не превосходит 30%. В противном случае применяют клиновидные камни. Постели и заусенки камней отесываются полуистой теской на ширину 10 см от лица камня. Наружные грани камней отесываются согласно указаниям проекта.



Фиг. 57

Камень, идущий на изготовление облицовки, должен быть предварительно испытан в лаборатории на механическую прочность и морозостойкость.

Прочность камня должна быть:

1) для облицовки ледорезов — не ниже 600 кг на 1 см²;

2) для облицовки водорезов опор вне зоны ледохода и оголовков труб — не ниже 500 кг на 1 см²;

3) для облицовки бутовых сводов и надсводного строения — не ниже прочности камня, употребленного для их кладки.

Требования на морозостойкость остаются такими же, как и для бутового камня.

Вообще камень для облицовки должен быть крепких пород, без трещин, жил и прослоек, без следов разрушения от выветривания.

Камень принимается в вытесанном виде, причем при приемке должны быть проверены размеры каждого камня и соответствие этих размеров выданным чертежам, а равно соответствие тески техническим условиям.

4. Песок, гравий и щебень

Песком называется рыхлая смесь зерен кварца и других материалов, образовавшаяся в результате выветривания горных пород. Песок применяется для приготовления раствора каменной кладки, а также приготовления бетона для бетонной и железобетонной кладки.

По условиям образования и залегания пески подразделяются на морские, озерные, речные, овражные (горные). Эти условия пред-

определяют в известной степени качество песка. Морской песок имеет мелкие округленные зерна; иногда к кварцевым зернам при- мешиваются известковые зерна и обломки раковин. Эти примеси понижают прочность раствора и бетона, приготовленных на этом песке. Кроме того, в морском песке могут быть вредные для цемента соли морской воды.

Речной песок, обычно чистый, имеет также округленные зерна и может иметь вредные для цемента органические примеси. Горный песок, не переносившийся водой, имеет остроугольные зерна. Он бы- вает засорен глиной и пылью. По крупности зерен песок разделяют на

Крупный размером зерен	...	от 0,15 до 5 мм
Средний	»	» 0,15 » 2 »
Мелкий	»	» 0,15 » 1 »

Для бутовой кладки и бетона применяется крупный песок, для подливки облицовки и кирпичной кладки применяется средний песок и мелкий песок — для штукатурных работ. По качеству песок дол- жен удовлетворять общесоюзному стандарту ($\frac{\text{ОСТ}}{\text{НКТП}} 3518$).

По стандарту:

- 1) песок не должен содержать более 1% слюды и 0,3% серы;
- 2) объем пустот в песке не должен превышать 37%;
- 3) содержание глины, ила и пыли в песке не должно превышать 5%;
- 4) содержание органических примесей в песке не должно быть столь значительно, чтобы эти примеси понижали прочность цемент- ного раствора.

Все испытания песка производятся в лаборатории, где определяют его пригодность.

Предварительная оценка песка в отношении крупности делается просто на-глаз или песок сравнивают с образцами песка, получен- ными от лаборатории.

Определение загрязнения песка глиной и илом может быть сде- лано путем отмучивания песка. В лаборатории это отмучивание делается способом, указанным в стандарте. Для получения предвари- тельных данных можно сделать отмучивание песка в стакане с водой путем взбалтывания смеси песка с водой и последующего ее отстаи- вания. Песок при этом отстаивании оседает на дно стакана, а сверху песка оседает грязь. По отношению высот слоя песка и слоя загряз- няющих его примесей можно определить процент загрязнения песка.

Гравием называют рыхлую породу, образовавшуюся путем разрушения изверженных и других горных пород, состоящую из зерен крупностью от 5 до 80 мм. Гравий применяется для бетонных работ. В зависимости от прочности материала, из которого образо- вался гравий, зерна его могут иметь различную прочность. Часто зерна гравия представляют смесь разных каменных пород, облада- ющих разной прочностью, например наряду с зернами из гранита встречаются в том или ином количестве зерна известковых пород.

Гравий залегает вместе с песком и мелким камнем, причем считают возможным разрабатывать такие месторождения, где содержание гравия и мелкого камня составляет 20 — 25%.

Как и песок, гравий по условиям залегания и происхождения можно разделить на овражный (горный), речной и морской. Горный гравий имеет остроугольные зерна. Примесь слабых пород в этом гравии наблюдается наибольшая по сравнению с речным и морским гравием, что снижает иногда его прочность.

Речной гравий имеет округленную форму зерен. Примесь слабых пород меньше, чем в овражном гравии. Морской гравий имеет еще более округленную форму зерен, иногда настолько гладкую, что он плохо связывается с цементным раствором и дает пониженную прочность бетона.

Для прочности бетона наиболее желательны угловатые зерна гравия, менее желательны окатанные, а еще менее — пластинчатые и игольчатые, продолговатые зерна. Игольчатых зерен в гравии допускается не более 10%.

По крупности гравий разделяется на:

Рядовой . . .	от 5 до 80 мм,	т. е. всех крупностей
Мелкий . . .	» 5 » 20 »	
Средний . . .	» 20 » 40 »	
Крупный . .	» 40 » 80 »	

Рядовой гравий применяется для бетонных и железобетонных работ при редко расставленной арматуре. Мелкий гравий применяется для железобетонных работ при густо расставленной арматуре. Остальные сорта гравия применяются только для составления искусственных смесей гравия.

Для определения качества гравия служит общесоюзный стандарт (ОСТ НКТП 3517).

Технические требования к гравиям, предъявляемые ОСТ, следующие:

1) содержание зерен слабых пород для бетона и искусственных сооружений должно быть не более 5%; серных соединений не более 3%;

2) прочность гравия должна обеспечивать требуемую прочность бетона;

3) объем пустот не более 45%;

4) содержание глины, ила и прочих загрязняющих примесей не более 1%;

5) содержание органических веществ не должно уменьшать прочность бетона;

6) гравий должен быть морозостойчивым, т. е. выдерживать в насыщенном водой состоянии 15-кратное замораживание при температуре —17° Ц.

Испытание гравия на пригодность для бетонных работ должно производиться в лаборатории.

Щебень. Щебень получается из естественного камня путем дробления. Применяется щебень для бетонных работ в тех случаях,

когда гравия не имеется или когда нужно получить бетон высокой прочности. Из имеющегося же гравия получить такой бетон нельзя вследствие засоренности гравия слабыми породами или вследствие большой окатанности зерен.

Крупность зерен щебня та же, что для гравия. Зерна имеют остроугольную форму. Иногда получается щебень в виде лещадок (плоский). Такой щебень легко ломается и в большом количестве не должен допускаться для приготовления бетона.

Форма щебня зависит от структуры каменной породы (слоистые породы дают пластинчатый щебень), из которой он готовится, и от типа машины (камнедробилки), при помощи которой производится дробление щебня. До организации дробления камня в щебень камень нужно испытать в лаборатории на механическую прочность, так как прочность камня должна быть в 1,5 раза больше прочности бетона, который будет приготовлен на этом щебне. Для определения качества щебня служит общесоюзный стандарт $\left(\frac{\text{ОСТ}}{\text{НКТП}} 3519 \right)$.

Требования к щебню в общем те же, что и для гравия. Раздробленный щебень также нужно послать в лабораторию для определения его качества.

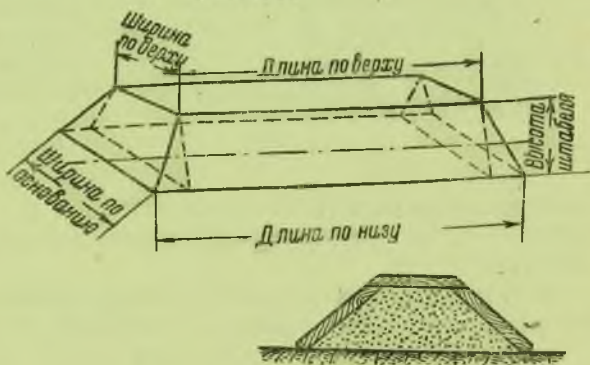
5. Приемка и хранение на складе щебня, гравия и песка

Применяемые для растворов и бетонов щебень, гравий и песок носят общее название инертных, или заполнителей.

Инертные материалы складываются на выровненных площадках в штабели правильной формы с прямоугольными (нижним и верхним) основаниями (фиг. 58). Откосы штабелей оправляются по шаблону. Длина и ширина штабелей могут быть взяты любые в зависимости от местных условий, но высота штабелей должна быть не менее 1 м.

В штабелях инертные материалы должны быть обмерены для определения их объема. Пригодность их для работ определяется в лаборатории. Поэтому из выставленных штабелей должны быть отобраны пробы и отосланы в лабораторию. До получения результатов испытания инертные материалы не должны допускаться к применению и к вывозке на строительство.

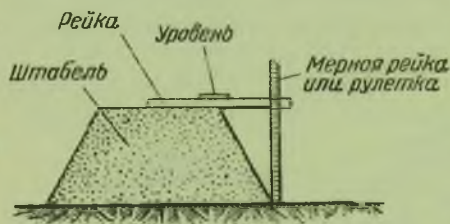
Отбор проб делается следующим образом. Все количество инертных, которое должно быть принято для работ, делится на партии по 100 м³ каждая. Количество менее 100 м³ принимается как полная партия. От каждой партии в нескольких местах (не менее 3 — 4) отбирается



Фиг. 58

проба в 20 — 30 кг. Все отобранные пробы перемешиваются лопатой на деревянном помосте или на брезенте и рассыпаются слоем толщиной 7 — 10 см. Рассыпаемый слой делится по двум перпендикулярным направлениям на четыре части, из которых две противоположные удаляются, а оставшиеся две вновь перемешиваются и делятся на четыре части, затем снова две удаляются и т. д. Так поступают до тех пор, пока не останется материал в количестве 20 — 30 кг, который и считается средней пробой.

Обмер выставленных штабелей производится рулеткой и рейкой с уровнем. При обмере рулеткой замеряется площадь нижнего и верхнего оснований (длина и ширина основания), затем рейкой, уровнем и рулеткой измеряется высота штабеля в нескольких местах (фиг. 59). При этом измерении рейка кладется на верхнюю плоскость штабеля



Фиг. 59

и уровнем приводится в горизонтальное положение, а рулеткой (по возможности вертикально) измеряется высота штабеля. Для вычисления объема берется средняя высота, которая получается делением суммы измеренных высот на число измерений. Объем находится таким образом. Вычисляются: площадь нижнего основания штабеля,

площадь верхнего основания штабеля и сумма площадей, и все делится на 2; полученная полусумма площадей умножается на среднюю высоту.

Пример. Пусть длина и ширина нижнего основания 22 и 12 м, то же верхнего основания 19 и 9,5 м, средняя высота штабеля, полученная из 4 измерений, $\frac{1,02 + 1,05 + 1,07 + 1,03}{4} = 1,04$ м;

площадь нижнего основания:

$$22 \times 12 = 264 \text{ м}^2;$$

площадь верхнего основания:

$$19 \times 9,5 = 180,5 \text{ м}^2;$$

полусумма площадей верхнего и нижнего оснований:

$$\frac{264 + 180,5}{2} = 222,25 \text{ м}^2;$$

объем штабеля:

$$222,25 \times 1,04 = 231,14 \text{ м}^3.$$

Песок обмеряют не ранее чем через 3 дня после отсыпки его в штабель, т. е. после некоторой осадки, причем определяется влажность песка в штабелях. При влажности песка от 1 до 3% делается скидка с общей суммы объема в размере 10%; при влажности от 3 до

10% скидка делается в размере 15%. В зимних условиях скидка на влажность делается в среднем 15%.

Влажность песка определяют по разности весов песка до высушивания и после него; высушивание песка производят на огне, на солнце, обливанием песка денатурированным спиртом и сжиганием его.

После обмера каждый штабель нумеруется и на нем укрепляется табличка с его номером, на которой пишется также объем штабеля.

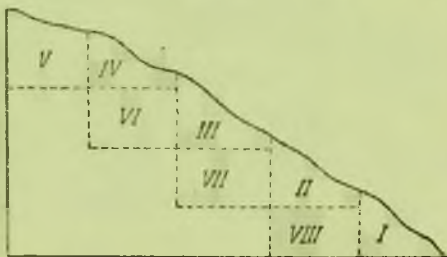
Кроме обмера в штабелях инертные материалы приходится часто обмерять в таре, в которой они подвозятся на строительство: в вагонах, кузовах автомашин, судах и пр.

Гравий, щебень и песок должны храниться в условиях, не допускающих их засорения и загрязнения. Для этого рекомендуется под штабелями расчищать растительный слой, устраивать дощатый настил, предохранять от попадания в штабели жировых веществ (мазут, тавот, лигроин, керосин).

§ 11. ДОБЫВАНИЕ И ОБРАБОТКА КАМЕННЫХ И ИНЕРТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. Добывание каменных материалов

Каменные материалы добываются: а) в карьерах или каменоломнях; б) из камней-валунов, разбросанных на полях, берегах рек и морей; в) из камней, встречающихся при разработке выемок, и пр.



Фиг. 60

Особенно большое распространение валуны имеют в северных и западных областях СССР.

В зависимости от характера залегания камня для разработки его открывают карьеры, где камень добывается из открытой выемки, или добывают камень подземным способом.

Карьерный способ разработки применяется в том случае, если камень залегает неглубоко. В этом случае после вскрытия разработка ведется или с «обрыва» уступами (фиг. 60) или «в яму» (фиг. 61). Последний способ менее выгоден, так как при этом способе разработки весь камень приходится поднимать наверх.

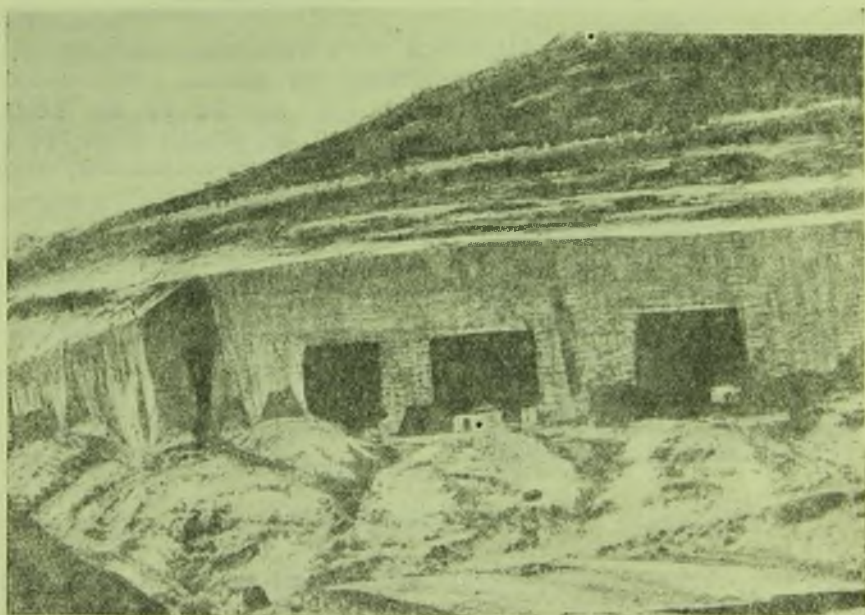
Если камень залегает на большой глубине и вскрытие его в таком случае обошлось бы очень дорого, прибегают к устройству подземного карьера (фиг. 62).



Фиг. 61

Разработка в карьере состоит из выломки камня, погрузки его в какую-либо тару и вывозки из карьера.

Разработка камня чаще всего производится взрывным способом. В мягких породах (например известняки) выломку производят вруч.



Фиг. 62

ную посредством ломов, кирок, кувалд, клиньев (фиг. 63). При взрывном способе разработки первоначально производится бурение скважин, затем скважины заряжаются взрывчатыми веществами и производится взрыв, отделяющий и дробящий камень.

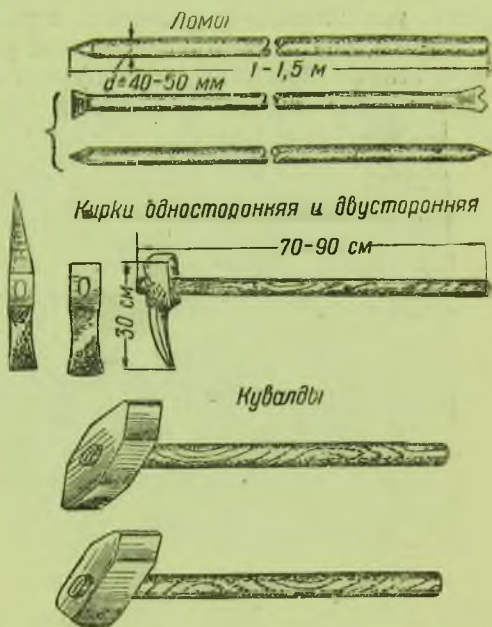
Бурение скважин производится ручным (фиг. 64) или механи-

зированным способом при помощи бурильных молотков, или перфораторов. Бурильные молотки работают сжатым воздухом (фиг. 65).

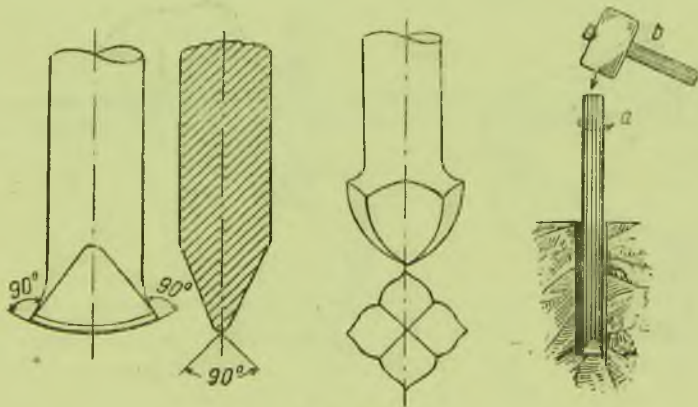
Применяемые для разработки карьеров взрывчатые вещества разделяются: на сравнительно медленно взрывающиеся—металельные, например черный порох; на быстро взрывающиеся—бризантные (дробящие), например пироксилин, гремучая ртуть, жидкий кислород и др., и на средние по своему действию между металельными и дробящими веществами, например аммонал, аммонит, динамит. Последний вид взрывчатых веществ наиболее часто применяется при разработке каменных пород, однако при заготовке облицовочных штучных камней применяется главным образом черный порох, так как он выламывает породу, не создавая открытых и скрытых трещин в камне.

2. Обработка каменных и инертных материалов

Добытый каменный материал приходится обрабатывать для получения штучного камня, раскалывать крупный рваный камень и булыги на более мелкие куски, а также дробить их в щебень. Щебень



Фиг. 63



Фиг. 64

после дробления сортируется, а иногда и промывается для придания ему качеств, требуемых ОСТ.

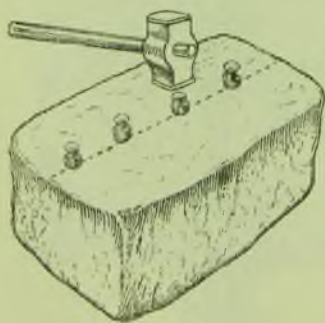
Природный инертный материал (песок и гравий) также приходится сортировать, а иногда промывать для придания ему качеств, требуемых ОСТ.

а) Ручное раскалывание и дробление каменных материалов. Для раскалывания больших камней применяют большей частью клинья. Для этого в подлежащем расколке камне пробуривают ручную или механически ряд шпуров, в которые затем загоняют клинья,



Фиг. 65

и ударами кувалды разделяют камень на две части или отделяют от большого камня меньшую часть (фиг. 66). Для раскалывания более мелких камней на части применяют кувалды (фиг. 67) весом от 4 до 15 кг, имеющие одну сторону клиновидную, а другую плоскую. Двусторонняя клиновидная кувалда называется раскольников. Ку-



Фиг. 66



Фиг. 67

валды делаются из стали и насаживаются на деревянную из твердой породы ручку. На ручке кувалда закрепляется расклинкой.

При расколке камня по нему ударяют клиновидной стороной кувалды.

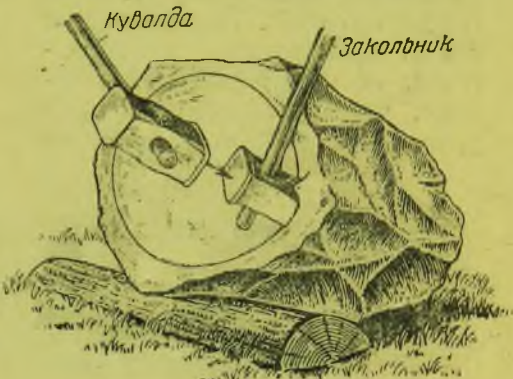
К ручному дроблению камня на щебень прибегают только в том случае, если требуется небольшое количество щебня, например для ремонтных работ.

При большой потребности в щебне дробление производится механизированным путем.

При дроблении очень крупного камня он первоначально раскалывается на куски средней величины размером примерно 20 — 25 см, а затем уже из таких камней заготавливают щебень. Для дробления применяют молоток (фиг. 68) с несколько притупленным шести-гранным концом.



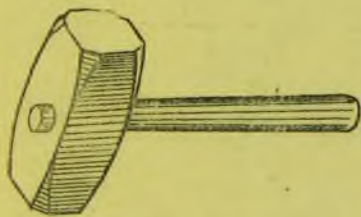
Фиг. 68



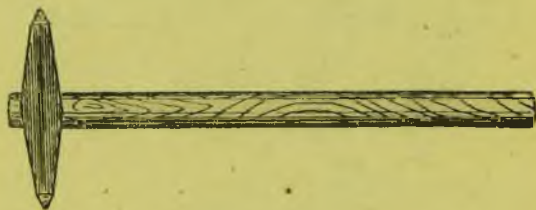
Фиг. 69

Самый процесс дробления производится следующим образом: рабочий кладет камень, подлежащий дроблению, на камень-подкладку и, придерживая камень ногами (последние предохранены особым видом спецодежды), наносит молотком удар по камню, держа молоток обеими руками.

б) Теска камня. Теска облицовочных камней для придания им требуемых формы и вида производится вручную и механизированным путем.



Фиг. 70



Фиг. 71

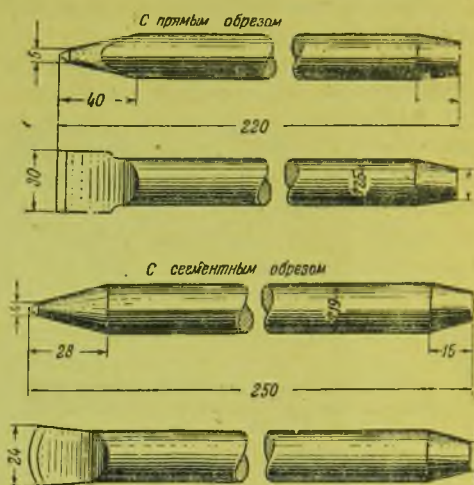
При ручной обработке применяется последовательно ряд инструментов, которыми камень доводят до требуемой чистоты отделки.

Для оковки камня, т. е. для сбивания грубых выступов, служат закольник (фиг. 69) и киянка весом 1 — 2 кг (фиг. 70). Следующим инструментом для грубой тески мягких пород служит кирка (весом 2 — 3 кг) и тесовик (фиг. 71). Тесовики применяют различного веса: для грубой обтески — более тяжелые, для более чистой — более легкие.

Далее обработка камня ведется долотом или шпунтом (фиг. 72) и молотком. Этими инструментами достигается получистая теска. Для твердых пород обычно применяют шпунт, имеющий вид заостренной четырехгранной пирамиды; для мягких пород применяют плоские долота, напоминающие слесарные зубила и называемые скарпелью (фиг. 73). Обработка камня производится в направлении от краев камня к середине, чтобы не выколоть края (фиг. 74). Чистая обработка



Фиг. 72

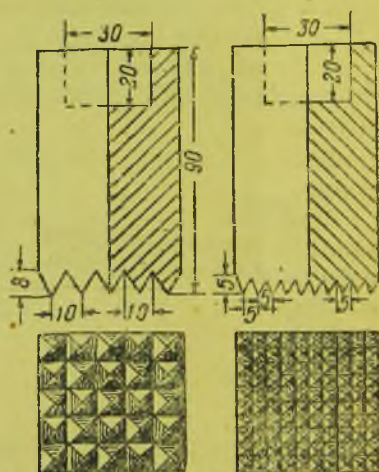


Фиг. 73

лицевой поверхности камня производится бучардой (фиг. 75), имеющей вид зубчатого молотка. Этим инструментом делают частые и легкие удары по лицевой поверхности, производя при этом наковку камня. Наковку начинают бучардой, имеющей 36 зубьев, а заканчивают бучардой, имеющей 64 зуба.



Фиг. 74



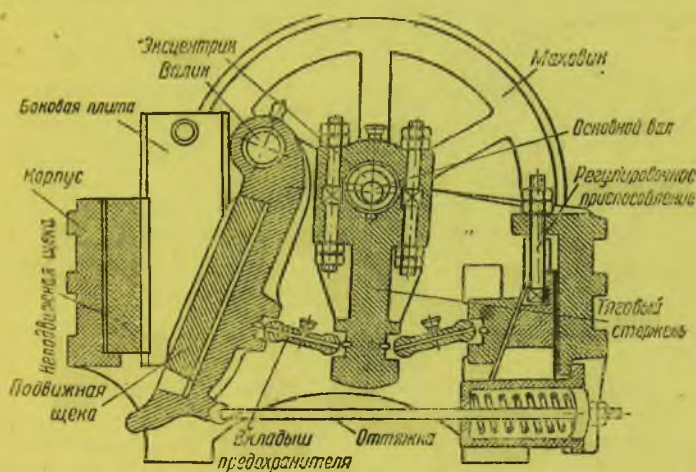
Фиг. 75

При механизированной теске камней применяют разного рода инструменты: долота, бучарды, приводимые в действие сжатым воздухом. Взамен весьма трудоемкой ручной обработки камня в последнее время для крупных строителей применяют машинную обработку

на осбых заводах. Здесь первоначально обрабатывают лицевую по-
верхность камня на разного рода машинах, а затем обработанную
глыбу распиливают на отдельные блоки требуемых размеров.

При изготовлении навесной облицовки, имеющей вид тонких плит,
каменные болванки распиливаются на станках на плитки требуемой
толщины, а затем лицевая поверхность камня зашлифовывается для
уничтожения следов пропилов.

в) Механическое дробление камней. При возведении железнодорож-
ных искусственных сооружений из бетона и железобетона при
отсутствии гравия требуется большое количество щебня.



Фиг. 76

Так как ручное дробление камней отнимает много времени, тре-
бует большого числа рабочих и обходится дорого, то к нему следует
прибегать только для приготовления незначительного количества
щебня.

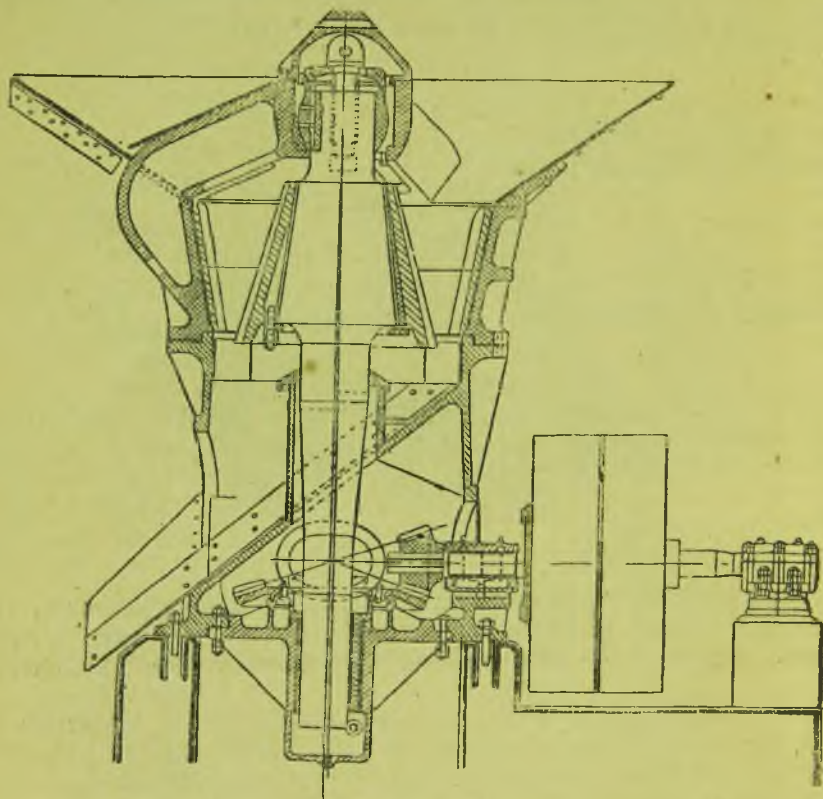
Для массового дробления камней применяются специальные
машины, так называемые **ка м н е д р о б и л к и**. Иногда устраи-
ваются целые комбинаты из дробильных, сортировочных и промывоч-
ных приспособлений.

Камнедробилки делятся на челюстные с последовательно
сближающимися и расходящимися плоскостями (щеками) и дробилки
с вращающимися конусами — **к о н и ч е с к и е**.

В челюстных (щековых) камнедробилках системы Блека (фиг. 76)
камень бросается в зев камнедробилки и здесь раздавливается между
двумя стальными плитами-щеками. Одна из щек неподвижна, другая
при вращении вала камнедробилки получает качательные движения.
Щеки отливаются из твердой стали; они представляют собой плиты,
снабженные бороздами; при износе они легко могут быть заменены
новыми. Плиты изнашиваются в зависимости от твердости камня,
закалки, сорта и качества стали в срок от нескольких дней до по-
лугода.

Систем щековых камнедробилок несколько. В одних камнедробилках (Блека) верх подвижной щеки закреплен на валу и перемещается в продольном направлении вниз, в других в продольном направлении перемещается вся подвижная щека (Акме и др.).

Коническая камнедробилка (фиг. 77) состоит из наружной конической станины и вращающего в ней стального конуса. Массивная вертикальная ось этого конуса укреплена не в центре конуса станины, или, как говорят, эксцентрично по отношению к этому центру.



Фиг. 77

Вследствие этого при вращении оси **внутренний** конус прижимается к различным частям окружности станины и раздавливает камень; который забрасывается в пространство между двумя конусами.

Производительность щековых камнедробилок, выпускаемых заводами СССР, колеблется от 2,5 до 500 м³ в час; на строительстве искусственных сооружений применяются камнедробилки производительностью не более 8 — 10 м³ в час. Производительность конических камнедробилок, выпускаемых заводами СССР, колеблется примерно в тех же пределах; они требуют меньшей затраты энергии на дробление по сравнению с челюстными.

Вообще конические камнедробилки дают более равномерный

продукт, причем получается меньше мелочи и пыли, работают они более плавно и спокойно, чем щековые. Однако последние дешевле и надежнее в эксплуатации, ремонт их проще, чем ремонт конических камнедробилок, приемное отверстие расположено ниже и дробилку удобнее загружать.

г) Сортировка и промывка каменных сыпучих материалов. Каменные сыпучие материалы иногда включают в своем составе большее количество примесей и загрязнений, чем это допускается техническими условиями. Например, овражный гравий имеет значительную примесь песка и мелкого камня, а иногда и примесь значительного количества грязи в виде суглинков. Чтобы придать материалу стандартные качества, эти примеси необходимо отделить. Это достигается сортировкой и промывкой.

Песок при добывании его в карьерах может иметь различные загрязняющие примеси и вкрапления глины, ила. Поэтому при разработке карьеров нужно направлять работы так, чтобы обходить загрязненные места. Если же не удастся избежать загрязненных мест, то прибегают к просеиванию и промывке песка. Так как работы по промывке обходятся дорого, то к ней следует прибегать только в крайних случаях.

Щебень при дроблении его в машинах получается разной крупности, а кроме того, часть камня раздробляется до состояния мелочи (диаметром менее 5 мм) и муки. Вследствие этого после дробления камня на щебень последний необходимо подвергнуть сортировке для отделения, с одной стороны, крупных щебенков, а с другой, — каменной мелочи. Употребление ее в дело допускается при гранитном щебне и щебне из других твердых пород в количестве до 25%, а при известковом щебне — до 10%.

д) Ручная сортировка и промывка. При небольшом количестве подлежащего сортировке гравия и щебня она производится вручную просеиванием (грохочением) на одиночных и двойных грохотах.

Так как гравий и щебень по стандарту имеют верхний и нижний пределы крупности, то грохочение их при применении одиночных грохотов должно производиться дважды: сначала через крупный грохот, который задерживал бы зерна размером свыше стандартных, затем через мелкий, который пропускал бы зерна размером меньше стандартных.

Работу можно упростить, применив для грохочения двойной грохот, и, таким образом, для получения стандартных размеров гравия или щебня ограничиться одним процессом.

Одиночный грохот (фиг. 78) состоит из дощатой прямоугольной рамы, по которой натянута сетка с просветами требуемых размеров. Рама имеет обычно размеры $1 \times 0,7$ м при высоте борта 70 — 100 мм.

Сетка применяется большей частью проволочная, причем толщина отдельных проволок колеблется от 1,5 до 3 мм. Более тонкая проволока применяется для мелких сит (с отверстиями от 5 до 20 мм), а более толстая для крупных сит (с отверстиями от 20 до 80 мм).

Грохот ставится наклонно и подпирается наклонными стойками. Для наброски удобнее применять совковую лопату (фиг. 79).

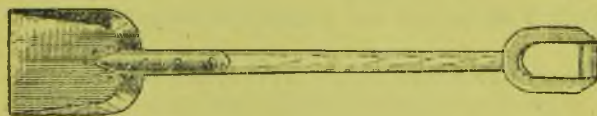
Работа производится таким образом: материал набрасывают лопатой на грохот с силой, достаточной для того, чтобы отбить от щебня или гравия налипшие землю, глину, каменную мелочь и пр. После



Фиг. 78

наброски 12 — 15 лопат грохот поднимается за ручки в горизонтальное положение и встряхивается несколько раз. Оставшийся на грохоте материал сыпают в сторону.

Двойной грохот показан на фиг. 80. Он состоит из двух грохотов, причем нижний грохот имеет более высокие борта (18 — 20 см) и



Фиг. 79

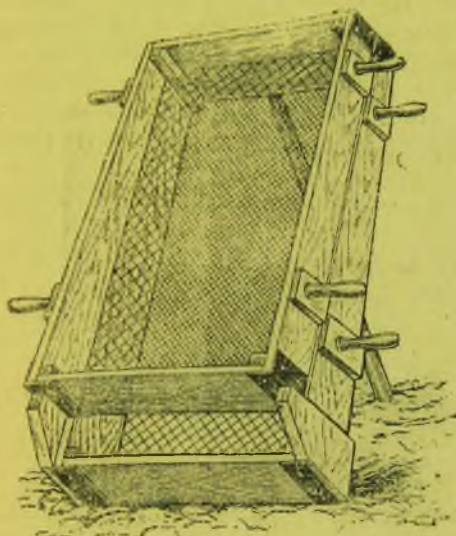
снабжен ребрами, на которые устанавливается верхний грохот. На фиг. 81 показан двойной качающийся грохот, более удобный в работе, чем неподвижный.

Сортировку щебня и гравия можно соединить с промывкой, для чего подают струю воды из брандспойта на грохот.

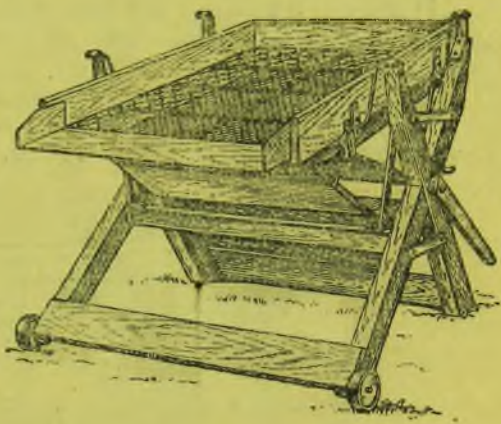
Промывку щебня и гравия можно организовать в момент перевозки их для укладки в штабели или при подаче из штабелей в бетономешалку или на боек для перемешивания при приготовлении бетона. Для этого тачку, в которой перевозят гравий или щебень,

снабжают решетчатым дном и промывают гравий и щебень в этой тачке струей воды из брандспойта.

На грохоте может просеиваться песок, причем просеивание его производится только на одиночном грохоте. Это делается для того, чтобы отделить от песка комья



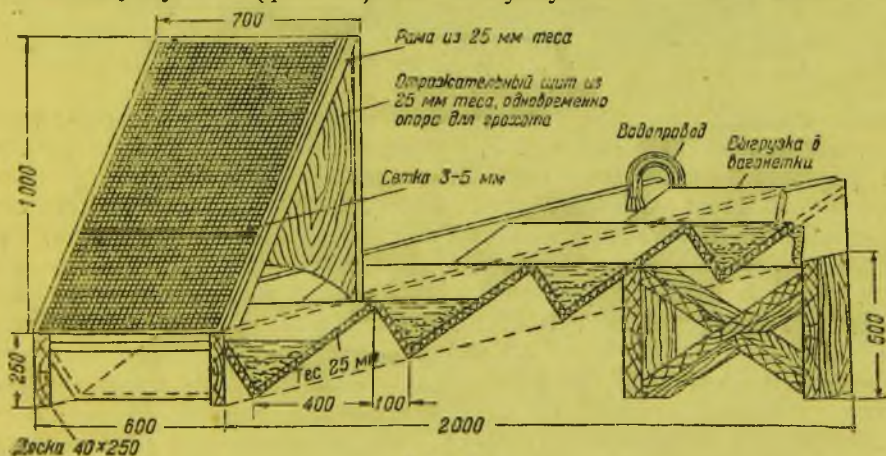
Фиг. 80



Фиг. 81

глины, ила, примеси гравия и других включений. Сетка при просеивании песка применяется мелкая с отверстиями 3 — 5 мм.

Промывка песка в малых количествах может быть произведена на лотке с уступами (фиг. 82). По лотку пускается вода; песок набра-



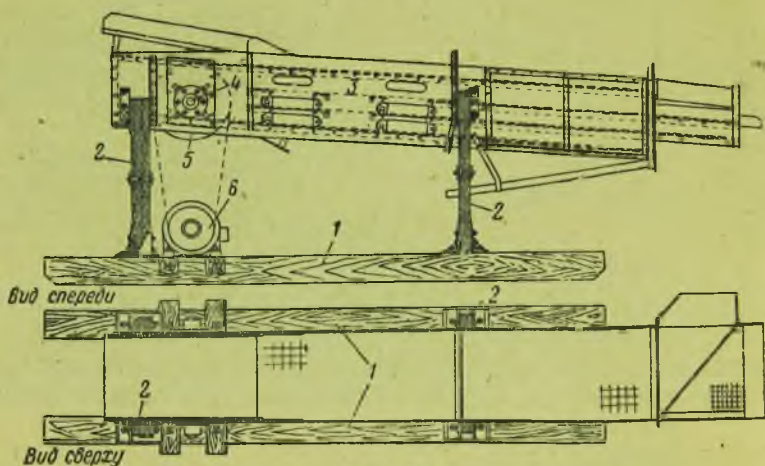
Фиг. 82

сывается в лоток, в нижний его отсек через грохот (для отделения крупных примесей). Проточная вода промывает песок, который постепенно перебрасывается из отсека в отсек (снизу вверх), и окончательно промытый песок выбирается из верхнего отсека.

е) **Механическая сортировка и промывка.** Механическая сортировка гравия, щебня и песка иногда соединяется с промывкой и производится на плоских или барабанных грохотах, приводимых в движение двигателем. Плоские грохоты в работе лучше цилиндрических, так как материал при грохождении на них встряхивается, изготовление сит для них проще, расход энергии меньше, чем у барабанных грохотов.

Плоские грохоты. Систем плоских грохотов очень много; ниже описан один из наиболее простых, выпускаемый Союзстроймеханизацией.

На фиг. 83 представлен так называемый вибрационный грохот с четырьмя сетками для сортировки гравия и щебня по крупности зерен: от 0 до 8 мм, от 8 до 13 мм, от 13 до 25 мм и от 25 до 50 мм.

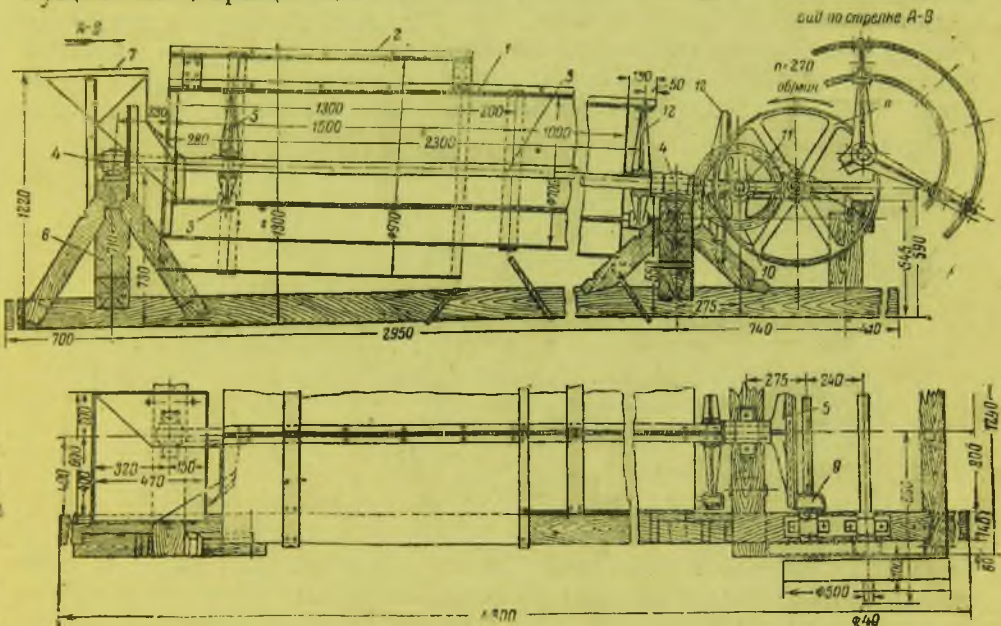


Фиг. 83

Грохот состоит из рамы, составленной из брусьев 1, на которых установлены деревянные рессоры 2, поддерживающие каркас 3 грохота. На каркасе натянуты четыре параллельные сетки, плетеные или штампованные из металлических листов, с квадратными отверстиями. Электромотор 6, установленный на нижней раме, вращает шкив 5, имеющий ось 4 с неуравновешенным грузом. При этом вращении под влиянием груза получаются частые удары, которые трясут грохот. Просеиваемый материал поступает на верхнюю сетку и движется вперед вследствие сотрясений и наклона. При этом часть материала просеивается и падает на вторую сетку, а часть более крупного материала доходит до конца грохота и падает с грохота через лоток в бункер или в подставленную вагонетку и возвращается в камнедробилку для нового дробления. Материал, поступивший на вторую сетку через отверстия в первой сетке, также частью просеивается на третью сетку, частью через лоток падает с грохота и т. д. Производительность плоских грохотов больших (типа СССРМ-059) составляет 25 м³ в час, малых (типа СССРМ-058) — 8 м³ в час.

Для промывки гравия и щебня над верхним ситом укрепляется водопроводная труба, имеющая несколько поперечных отверстий; на каждом отверстии находятся от 4 до 6 наконечников, откуда поступает вода, промывающая материал.

Барабанные грохоты. Барабанный грохот, выпускаемый Союзстроймеханизацией, предназначается для разделения гравия на три сорта по крупности зерен: от 0 до 7 мм, от 25 до 50 мм и отход — зерна крупнее 50 мм. Грохот (фиг. 84) состоит из основного (внутреннего) барабана 1 с круглыми отверстиями и внешнего барабана 2 тоже с круглыми отверстиями. Через внутренний барабан пропущен вал 4, вращающийся в подшипниках 3. Барабан соединен с



Фиг. 84

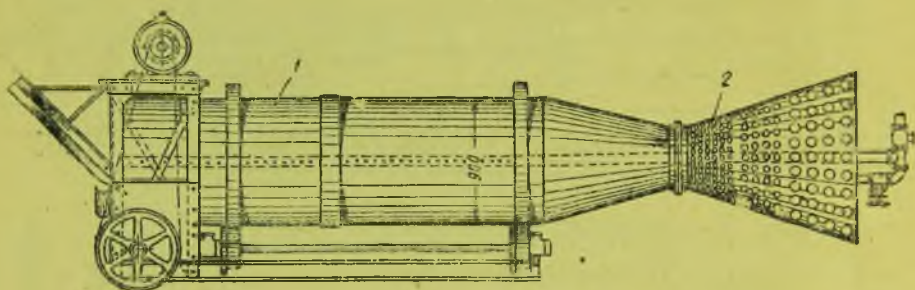
лом при помощи спиц 5. Вся установка укреплена на деревянной раме 6. Для загрузки внутреннего барабана в передней его части устроен лоток 7. Вал приводится в движение двигателем через систему цилиндрических и конических шестерен 9, 10, 11, 12. Внутренний барабан имеет по длине две сетки: одну, ближайшую к загрузочному лотку, с отверстиями 25 мм и вторую около выпускного конца — 50 мм. Внешний барабан имеет сетку с отверстиями 7 мм. Для каждого сорта гравия устраивают отдельный бункер (деревянный), расположенный под соответствующим ситом. Крупный материал (свыше 50 мм) вываливается из барабана и возвращается обратно в камнедробилку. Производительность барабанного грохота (типа СССР-106) составляет 8 — 10 м³ гравия в час.

Для промывки гравия или щебня внутрь барабанного грохота пропускается водопроводная труба, снабженная наконечниками или

отверстиями; пуская в трубу воду под напором, можно промыть не сильно загрязненный гравий или щебень.

Г р а в и е м о й к и. При сильном загрязнении гравия или щебня необходимо эти материалы промывать в особых машинах, из которых рассмотрим цилиндрическую гравиемойку отечественного производства, выпускаемую Союзстроймеханизацией.

Она представляет собой (фиг. 85) цилиндр 1, вращающийся вокруг горизонтальной оси и имеющий внутри себя лопасти. Цилиндр на одном конце переходит в два конуса, входящие один в другой своими вершинами; второй конус 2 имеет отверстия. Гравий или щебень загружается в цилиндр через воронку, захватывается лопастями и передвигается к конической части. Навстречу движению гравия или щебня пускают воду из водопровода под давлением не меньше 1—2 ат. Вода, идя навстречу материалу, промывает его. Грязная вода отводится жолобом, устроенным у загрузочного конца



Фиг. 85

барабана. Чистый материал проходит через сито в конусе и собирается в подставленный здесь бункер, а крупный гравий или щебень вываливается из конуса и идет на вторичное дробление.

Производительность гравиемойки 10 — 12 м³ в час. Потребность в воде составляет 2 м³ на 1 м³ промытого гравия.

П е с к о м о й к и. Для промывки песка механизированным путем Союзстроймеханизация выпускает так называемую шнековую пескомойку для песка крупностью зерен от 0 до 15 мм. Более крупный материал нужно отделить предварительным грохочением. При наличии трудно отмываемых примесей промывку нужно делать два раза.

Пескомойка состоит (фиг. 86) из железного корыта 1, устанавливаемого под углом 18 — 20° к горизонту. Внутри корыта вращаются лопасти 2 (шнек). Вода для промывки поступает по трубе, расположенной под шнеком, а загрязненная вода переливается через заднюю стенку 10 и по жолобу отводится в сторону. Загрузка песка производится через загрузочный жолоб 8, откуда шнеком песок подается к выходному отверстию 9 и сбрасывается в бункер.

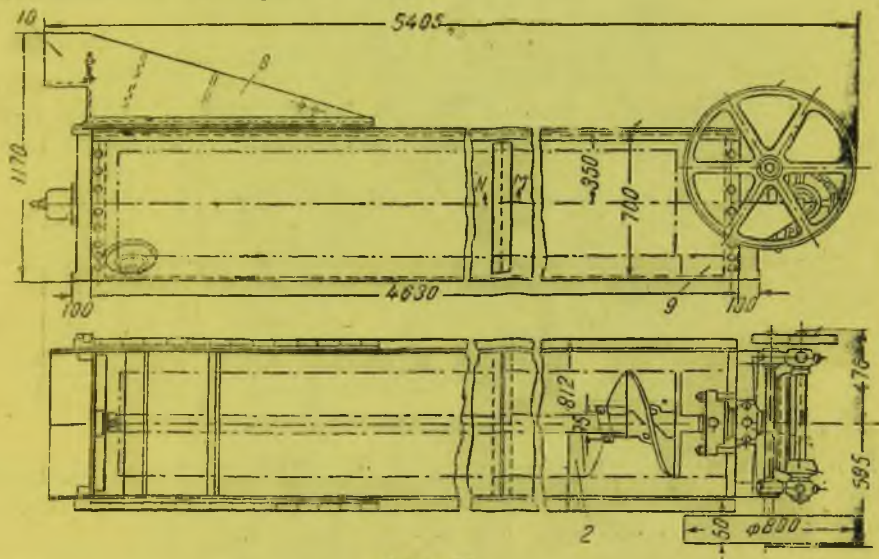
Производительность пескомойки (типа СССР-036) длиной 1,47 м 4 — 5 м³ в час, а длиной 5,4 м (типа СССР-534) 15 — 20 м³ в час.

Камнедробильные заводы и моечно-сортировочные установки

При больших работах по заготовке гравия или щебня устраиваются камнедробильные заводы, соединенные с моечно-сортировочными установками, или одни моечно-сортировочные установки для мойки щебня.

На этих предприятиях производится:

- 1) дробление камня при заготовке щебня;
- 2) грохочение щебня или гравия;
- 3) промывка в случае его загрязненности;
- 4) хранение и отпуск готовой продукции.



Фиг. 86

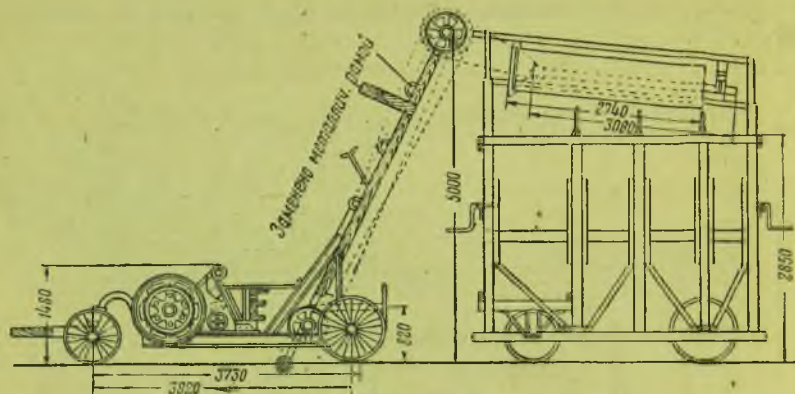
Камнедробильные заводы. Наиболее простой установкой является передвижной камнедробильный завод Союзстроймеханизации типа СССРМ-092.

Он представляет (фиг. 87) соединение двух цехов: дробильного и сортировочного. Дробление производится камнедробилкой производительностью 5 м³ в час. Раздробленный материал поднимается ковшевым подъемником в барабанный грохот, где он сортируется и подается в два бункера, а материал, не прошедший грохот, по жолобу (не показанному на чертеже) возвращается обратно в дробилку. Более мощная установка, монтируемая на месте, показана на фиг. 88.

Она также состоит из двух цехов: дробильного и сортировочного. Камень поступает в вагонетках 2 по узкой колее к заводу, затем вагонетки поднимаются при помощи лебедки 1 по наклонной плоскости на подмости и разгружаются на неподвижный грохот 3 с отверстиями 80 мм. Материал, не прошедший через грохот, поступает опять в камнедробилку 4 и уже в раздробленном виде, пройдя сборную

воронку, поступает на транспортер 1, который поднимает материал вверх и передает его на транспортер 2. Этот последний передает материал на вибрационный грохот 6, где материал сортируется на два сорта и затем попадает в бункеры, находящиеся под грохотом. Крупный камень отводится жолобом ко второй малой камнедробилке, которая его дробит и сбрасывает опять под тот же неподвижный грохот 3. Производительность завода составляет 13 — 16 м³ в час. Материал из бункеров отвозится автомашинами к сооружениям или на бетонный завод.

Моечно-сортировочные установки. Они устраиваются подобно описанному камнедробильному заводу производительностью 13 — 16 м³ в час, с той только разницей, что при грохо-



Фиг. 87

чении камня на вибрационном грохоте туда подается вода. Если материал сильно загрязнен, то после сортировки, которая производится насухо, материал промывается в гравиемойке.

§ 12. ИСКУССТВЕННЫЕ КАМНИ

Искусственными каменными материалами называются такие, которые изготовляются на заводах из разного минерального сырья, причем во время изготовления камням придают правильную форму. Камни получаются либо путем обжига в печах заготовленного сырца, формованного главным образом из глины, либо путем связывания зерен и кусков естественных каменных материалов вяжущим веществом. Первая группа изделий относится к **обжиговым** материалам, вторая — к **безобжиговым**.

1. Обжиговые камни

К обжиговым камням относятся обыкновенный глиняный кирпич и его разновидности, отличающиеся от обыкновенного кирпича или только по форме (клинчатый кирпич для кладки сводов, пустотелый кирпич для кладки стен гражданских сооружений и пр.) или по качеству, например огнеупорный кирпич.

Кирпич довольно широко ранее применялся на постройке искусственных сооружений на первоначально выстроенных дорогах (б. Николаевская ж. д., ныне Октябрьская). Таких сооружений сохранилось много и до настоящего времени.

В настоящее время для постройки искусственных сооружений кирпич не применяется. При постройке искусственных сооружений кирпич применяется во всякого рода вспомогательных сооружениях: печах, тепляках для подогрева инертных и воды, печах для обогрева временных помещений и пр.

Обыкновенный кирпич имеет размеры: длина 250 мм, ширина 120 мм, толщина 65 мм (размеры прежнего кирпича: длина 268 мм, ширина 134 мм, толщина 67 мм).

Качество кирпича определяется по ОСТ 90035-39. По этому ОСТ кирпич делится на 3 сорта: первый (марка 150), второй (марка 100) третий (марка 75). Для ремонта искусственных сооружений следует применять только кирпич первого сорта.

Для определения сорта кирпича необходимо или получить паспорт на партию кирпича с завода или произвести испытание кирпича в лаборатории. Сорт кирпича прежде всего определяется его маркой или временным сопротивлением на сжатие: первый сорт — 150 кг на 1 см², второй сорт — 100 кг на 1 см² и третий сорт — 75 кг на 1 см², а также величиной отступлений от линейных размеров кирпича (по длине ± 5 мм, по ширине ± 3 мм, по толщине ± 2 мм для всех сортов), отклонением граней кирпича от прямого угла (по длине 3 мм и по ширине 2 мм для первого сорта), отклонением от прямой линии поверхностей и ребер (3 мм для первого сорта) и т. д.

2. Безобжиговые камни

К безобжиговым камням относятся: силикатный кирпич, шлакобетонные камни, блоки из обыкновенного бетона и пр. Перечисленные искусственные камни, кроме бетонных блоков, при строительстве искусственных сооружений не применяются, а потому они в настоящем руководстве не рассматриваются. Вопрос о блочном строительстве искусственных сооружений рассмотрен ниже.

§ 13. ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА И ВОДА. СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ

1. Понятие о растворах

Каменная кладка, как бы тщательно она ни была сделана, без связи отдельных камней в одно целое раствором не обеспечивает сооружению требуемой прочности, устойчивости и долговечности. Связь между камнями, превращающая отдельные камни кладки в одно целое, т. е. монолит, достигается применением при кладке **с т р о и т е л ь н ы х**
р а с т в о р о в.

Без раствора отдельные камни вследствие неровностей постелей будут опираться друг на друга лишь отдельными точками, и при передаче нагрузки от слоя к слою они могут разрушиться. С применением же раствора под каждым камнем создается постель, обеспечивающая передачу нагрузки от камня к камню не по отдельным точкам, а по всей площади постели камня.

Растворы состоят из вяжущих веществ, смешанных с песком и затворенных водой до пластичного состояния, удобного для применения при кладке. Раствор с течением времени затвердевает, превращаясь из тестообразного состояния в твердый камень. Во время твердения вяжущее вещество раствора скрепляет смешанный с ним песок и камни кладки в одно целое. Заполнитель в виде песка применяются для отощения раствора в целях его удешевления и для уменьшения растрескивания его при усадке (т. е. уменьшения объема раствора при твердении).

Вода нужна для придания раствору удобного для кладки состояния и для химических превращений при твердении вяжущего вещества.

Вяжущие вещества могут твердеть только на воздухе или на воздухе и в воде. Первые вещества называются *воздушными вяжущими веществами*, вторые — *гидравлическими*. Однако и гидравлическому вяжущему веществу необходимо дать первое время после его приготовления твердеть на воздухе, а не в воде во избежание размывания или разжижения раствора и понижения его прочности.

Для каменной кладки искусственных сооружений и для бетона применяется обычный портланд-цемент или пуццолановый портланд-цемент, относящиеся к гидравлическим вяжущим веществам. Типичным представителем воздушных вяжущих веществ является воздушная известь. Она для искусственных сооружений не применяется вследствие того, что дает мало прочный раствор, который к тому же медленно твердеет, особенно в массивных частях сооружений.

2. Портланд-цемент

Портланд-цемент изготавливается на специальных цементных заводах. Материалом для приготовления цемента служат глинистые известняки (мергели), встречающиеся в природе в естественном состоянии, либо искусственные смеси материалов, содержащих глину и известь в определенной пропорции.

Естественные или искусственно подобранные материалы для приготовления цемента равномерно обжигаются в печах до начала плавления материала (спекания).

Полученный после обжига камневидный материал называется цементным клинкером. В дальнейшем клинкер подвергается размолу в тонкий порошок. При размалывании клинкера к нему добавляють до 3% гипса для замедления схватывания, а кроме того, для удешевления продукта прибавляют до 15% молотого шлака или молотого кварцевого песка.

Качество портланд-цемента определяется всесоюзным стандартом ($\frac{\text{ОСТ}}{\text{НКТП}} 3191$). По этому стандарту в зависимости от механической прочности (называемой также активностью цемента) портланд-цемент делится на шесть марок: 200, 250, 300, 400, 500, 600. Марка цемента соответствует временному сопротивлению сжатию образцов, приготовленных определенным образом в лаборатории из одной части цемента и трех частей песка после твердения образцов в течение 28 дней¹.

Портланд-цемент представляет собой очень тонкого помола порошок от светлосерого до зеленоватого цвета. Другой цвет этого цемента, особенно буроватый, показывает, что этот цемент имеет пониженное качество.

Тонкость помола портланд-цемента проверяется в лаборатории путем просеивания его через мельчайшие сита (одно сито имеет 900 отверстий в 1 см^2 , второе 4 900 отверстий в 1 см^2). Равным образом в лаборатории проверяются и другие качества портланд-цемента: постоянство объема затвердевшего теста, начало и конец схватывания цемента и пр.

Для строителей имеют большое значение начало и конец схватывания цемента, определяющие правила обращения с раствором из портланд-цемента.

Твердению цемента, протекающему медленно, предшествует сравнительно быстро протекающий процесс схватывания. Во время схватывания цемента тестообразный раствор превращается в твердое тело с очень малой прочностью, которая с течением времени нарастает.

По стандарту начало схватывания цемента должно наступать не ранее 30 мин. и заканчиваться не позднее 12 час. от начала затвердевания раствора, т. е. с того момента, когда в раствор влита вода.

В действительности цементы наших заводов (при температуре $+15^\circ \text{C}$) начинают схватываться через 1—2 часа и заканчивают схватывание через 5—8 час.

Цементный раствор требуется укладывать в дело до начала схватывания, так как в противном случае прочность раствора, а следовательно, кладки понижается. Конец схватывания имеет значение для темпов каменной кладки, так как при медленном схватывании раствора приходилось бы задерживать кладку и выжидать схватывания и твердения раствора во избежание расстройств кладки.

Портланд-цемент упаковывается в легкие деревянные бочки, бумажные или холщевые мешки или поступает с заводов вагонами навалом (без упаковки). Количество цемента в бочке 155 и 170 кг; вес самой бочки—около 10 кг. На бочках и на мешках написаны: название завода, сорт цемента, например «портланд-цемент», его марка, номер заводской партии, год и месяц изготовления цемента.

Для учета качества отправляемый заводом цемент делится на партии по 500 бочек каждая или по пяти вагонов (навалом) или по 77—85 т при упаковке в мешках.

¹ Раствор, приготовленный на строительстве, обладает меньшей прочностью, о чем см. ниже.

На заводе перед отправкой производится лабораторное испытание каждой партии цемента для того, чтобы определить, соответствует ли он стандарту. На основании испытаний в каждый отправляемый вагон вкладывается предварительный паспорт, где указываются: название цемента, сроки схватывания, равномерность изменения объема и предполагаемая марка.

Не позднее 31-го дня с момента выпуска цемента заводом посылается потребителю постоянный паспорт с указанием результатов 28-дневных механических испытаний. Убыль от раструски при транспортировке не должна превышать 2%.

3. Пуццолановый портланд-цемент и другие сорта цемента

Пуццолановый портланд-цемент отличается от обычного портланд-цемента тем, что на заводе при помоле клинкера для приготовления цемента к нему добавляется в размельченном виде вулканический туф (пуццолан) или каменные материалы под названием трасса, трепела, диатомита. Количество добавки составляет от 30 до 50% веса цемента. Эти добавки, называемые гидравлическими, имеют целью химически связать свободную известь, выделяющуюся при твердении портланд-цемента. Если эту известь не связать, то она будет растворяться в воде, особенно в проточной, или, как говорят, цемент будет выщелачиваться. При этом будут уменьшаться прочность и водонепроницаемость цементного раствора. В связанном состоянии известь почти не растворяется в воде. Пуццолановый портланд-цемент бывает пяти марок: 200, 250, 300, 400, 500.

Его качества определяются стандартом (ОСТ 3152). Качества пуццоланового портланд-цемента сходны с качествами обычного портланд-цемента. Срок схватывания такой же, как у обычного портланд-цемента, но нарастание прочности у пуццоланового портланд-цемента идет медленнее, чем у обычного портланд-цемента.

Глиноземистый цемент представляет собой быстро твердеющее вяжущее вещество, получаемое путем обжига до сплавления или спекания смеси материала, богатого глиноземом (например боксита), с известью или известняком и последующего тонкого помола.

Срок схватывания его такой же, как и у портланд-цемента, но твердение его протекает очень быстро. Давая через 3 дня прочность, равную прочности высокосортного портланд-цемента, глиноземистый цемент уже через 1 день твердения дает высокую прочность. Даже через 12 час. твердения прочность глиноземистого цемента довольно значительна.

Ввиду дороговизны сырья и трудности помола этот цемент дороже обычного в 2 — 3 раза.

Шлак портланд-цемент представляет собой портланд-цемент, к которому при помоле клинкера добавляют от 60 до 70% молотого до определенной крупности зерна гранулированного шлака доменных печей, получаемого при коксовой плавке чугуна.

Различают шесть марок этого цемента: 150, 200, 250, 300, 400 и 500.

Свойства шлакопортланд-цемента мало отличаются от свойств портланд-цемента; качества его определяются требованиями стандарта (ОСТ 3193). Наиболее существенным отличием его от портланд-цемента является более медленное схватывание (начало схватывания обычно через 4 — 6 час., конец через 10 — 12 час.) и более медленное твердение в первые 7 — 10 дней.

Шлакопортланд-цемент имеет перед портланд-цементом преимущество, выражающееся в большей стойкости его в морской воде и других водах, имеющих вредные для портланд-цемента примеси (агрессивные воды). Другие виды цемента, например роман-цемент, для искусственных сооружений не применяются.

4. Сорты цемента, применяемые при приготовлении бетона и раствора

Для искусственных сооружений применяются главным образом два сорта цемента: портланд-цемент и пуццолановый портланд-цемент.

При выборе того или иного цемента нужно руководствоваться следующими указаниями.

1. Для наземных конструкций следует применять портланд-цемент. При его применении следует возможно скорее освободить сооружение от форм, так как нарастание прочности портланд-цемента идет более интенсивно, чем у пуццоланового цемента.

2. Для фундаментов и других подземных сооружений, если эти части находятся ниже уровня грунтовых или иных вод, рекомендуется применять пуццолановый портланд-цемент, но допускается применение и обычного портланд-цемента, если эти воды не являются вредными, или, как говорят, агрессивными, для портланд-цемента. Вредность воды устанавливается ее исследованием в химической лаборатории, т. е. анализом. Если агрессивность воды установлена или если вода является морской или болотной, необходимо для бетона и раствора применять исключительно пуццолановый портланд-цемент.

3. Для фундаментов и других подземных частей искусственных сооружений выше уровня грунтовых вод применяется портланд-цемент, но предпочтительнее для этих частей применять пуццолановый портланд-цемент, если бетон или кладка находятся в состоянии постоянной влажности.

Всякий цемент независимо от его сорта имеет определенную марку. Какую же марку цемента следует применять в том или ином случае? Вопрос о марке цемента для бетона решается при подборе состава бетона, который производится в бетонной лаборатории. Вообще для искусственных сооружений марки применяемых цемента не должны быть ниже 200. Высокие марки (400 и выше) следует применять в тех случаях, когда при подборе состава бетона расход цемента получается более 300 кг на 1 м³ бетона.

При каменной кладке для растворов марки 80 и ниже разрешается применять цемент марки 200 (обычно цемент марки 200 — 250). Для растворов более высокой марки применяется цемент марки 300—400.

Шлакопортланд-цемент марки 300 и выше по своим свойствам приравнивается к пуццолановому портланд-цементу и может применяться наравне с ним. Шлакопортланд-цемент марки 200 и 250 приравнивается по своим свойствам к обыкновенному портланд-цементу и может применяться там, где допускается применение обычного портланд-цемента.

В исключительных случаях, например при ликвидации аварий, при восстановлении мостов и в других случаях, когда требуется быстрое нарастание прочности, применяется глиноземистый цемент.

5. Приемка, хранение и перевозка вяжущих веществ

При постройке и ремонтах искусственных сооружений для растворов и бетона применяется цемент той или иной разновидности. Поэтому все сказанное ниже относится к цементу. При приемке цемента необходимо установить вес прибывшей партии, отобрать пробы для проверки в лаборатории нескольких важнейших показателей по качеству его независимо от заводского паспорта, который прилагается к каждой партии цемента и в котором качество его определяется на основании заводских испытаний.

Прибывший цемент необходимо сложить на складе так, чтобы отдельные партии не смешивались. На месте складывания каждой партии прибавляется дощечка с указанием названия цемента, марки, времени прибытия, количества. До получения от лаборатории результатов испытания прибывшей партии цемента его нельзя расходовать.

Цемент следует хранить так, чтобы он не подвергался действию ветра и сырости. Для этого: а) склады должны быть построены из сухих плотно сколоченных досок; б) полы должны быть двойными и подняты не менее чем на 30 см над уровнем земли; в) крыша должна быть совершенно водонепроницаема; г) дождевая вода, падающая с крыши, должна отводиться от склада канавками.

Основные склады для приемки цемента, прибывающего на постройку по железной дороге, должны устраиваться прирельсовыми.

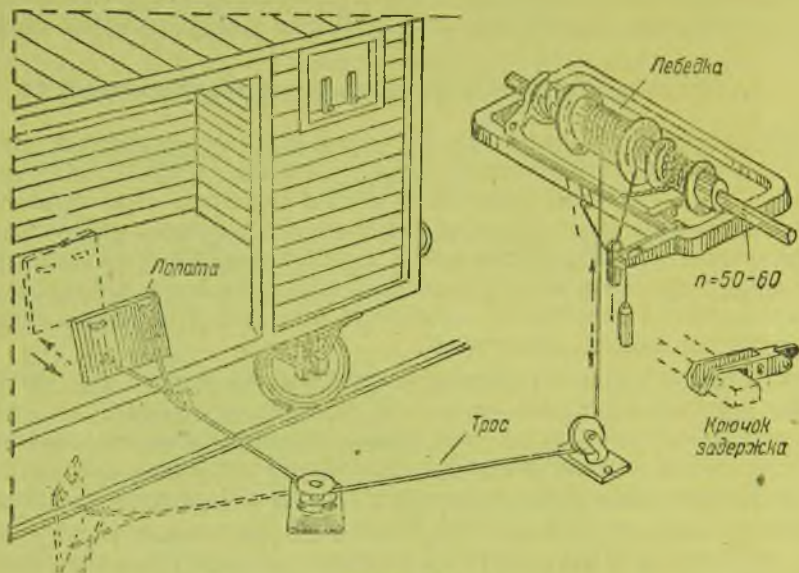
При малом количестве прибывающего цемента разгрузка его из вагонов производится вручную и механически — при значительном количестве.

Наиболее простым приспособлением для механической разгрузки цемента является лопата Кларка, приводимая в движение электролебедкой (фиг. 89).

Лопата Кларка состоит из легкой электролебедки и собственно лопаты в виде щита, передвигаемого лебедкой. Лебедка имеет на валу две муфты, из которых одна соединена с электромотором (не показанном на фиг. 89), а на вторую намотан стальной трос. При оттяжке лопаты вручную внутрь вагона на определенное расстояние (устанавливаемое на лебедке) автоматически происходит сцепление муфт между собой; при этом трос начинает наматываться на барабан и тем самым тянуть лопату к выходу из вагона.

6. Вода

Для приготовления раствора и бетона может применяться вода (незагрязненная): речная, озерная и колодезная. В большинстве случаев вода, пригодная для питья, пригодна для приготовления раствора и бетона. Применение болотной, торфяной воды, а также воды, содержащей животные и растительные масла, сахар, кислоты и т. п.,



Фиг. 89

не допускается. Эти воды содержат вредные для цемента примеси от действия которых прочность цемента будет нарушена. Воды, содержащие масла, сахар и кислоты, могут встретиться в случае выпуска в реку производственных стоков промышленных предприятий. Морские и другие соленые воды могут быть допущены для затворения растворов и бетона при возведении искусственных сооружений, но лишь после их анализа в лаборатории. Вообще всякую воду следует предварительно послать на испытание в лабораторию, где более точно определяют отсутствие или наличие в воде вредных для цемента примесей. Вода для заливки бетонной и каменной кладки должна удовлетворять тем же требованиям, что и вода для затворения раствора и бетона.

§ 14. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ И ПРОЧИЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Материалы для гидроизоляции

Каменная, бетонная и железобетонная кладка важнейших частей мостов, труб и тоннелей защищается от проникания воды. Эта защита, или гидроизоляция, не допуская намокания каменной, бетон-

ной и железобетонной кладки, предохраняет самую кладку от выщелачивания и повышает ее сопротивляемость атмосферным влияниям (выветриванию).

Б и т у м. Для приготовления склеивающей массы (клебемассы) и лака применяется нефтяной асфальтовый битум, представляющий собой продукт переработки нефти. Он имеет вид полутвердой вязкой массы черного цвета.

Различают битумы согласно $\frac{\text{ОСТ} - 7296}{\text{НКТП} - 508}$ пяти марок. Для гидроизоляционных работ применяется битум марки № 3.

Он отпускается заводами в деревянных бочках, металлических бидонах и цистернах. При отправке в бочках и бидонах на них ставится марка битума.

При больших гидроизоляционных работах необходимо перед началом работ отобрать из поступившего битума пробу (от каждой 10 бочек или бидонов) и послать ее в лабораторию для испытания.

Т к а н ь. Ткань, применяемая в составе гидроизоляции, доставляется на строительство в пропитанном или в непропитанном виде. В последнем случае для пропитки применяют джутовый холст или брезент.

Пропитка производится в котлах горячим битумом (клебемассой). Ткань разрезают на полосы и навивают на сердечник. Затем, постепенно разматывая и давая ей одинаковое натяжение, пропускают ее через пропиточную ванну и доставляют на производство в несвернутом виде.

Если требуется свернуть ткань, то это можно сделать, навив ее на деревянный сердечник (диаметром 10 — 15 см) после охлаждения пропитки.

При навивке нужно посыпать ткань с одной стороны тонким слоем талькового порошка, иначе ткань слипнется при навивании и ее нельзя будет развернуть.

Т о л ь к р о в е л ь н ы й. Толь представляет картон, пропитанный каменноугольным дегтем и посыпанный с обеих сторон песком. Толь выпускается с заводов в виде рулонов шириной от 650 до 1 050 мм общей площадью рулона в среднем 15 м².

Т о л ь б е с п е с о ч н ы й. Отличается от кровельного тем, что он не посыпан песком.

Р у б е р о й д. Представляет более прочный и более гибкий материал, чем толь. Картон руберойда пропитан нефтяным битумом (двумя слоями) высокого качества, который делает руберойд более стойким против атмосферных влияний, более водонепроницаемым и более гибким, чем толь.

Выпускается руберойд рулонами шириной от 750 до 1 050 мм общей площадью рулона 20 м².

П е р г а м и н. Представляет материал, подобный руберойду; он тоже покрыт двумя слоями битума, из которых верхний является очень твердым с температурой размягчения массы 90 — 110° Ц, а другой — с температурой размягчения 42° Ц.

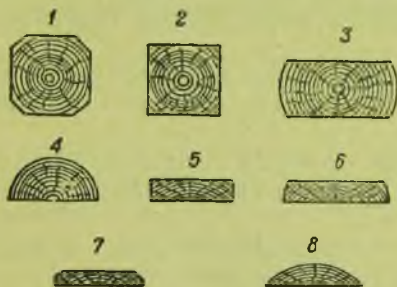
Г и д р о и з о л. Представляет асбестовый картон, пропитанный битумом. Ввиду того что этот материал имеет асбестовую основу, он не подвергается загниванию, между тем картонная основа толя, руберойда и пергамина может загнить. Гидроизол следует применять для трудно восстанавливаемой гидроизоляции, например в наружной изоляции тоннелей и пр.

Ц е р е з и т. Перечисленные выше материалы представляют гидроизоляционные материалы для обклеочной изоляции; церезит же применяется как добавка к цементному раствору для повышения его водонепроницаемости в случае, когда цементная штукатурка применяется как гидроизоляция. Церезит представляет собой густую сметанообразную жидкость белого цвета с легким желтоватым оттенком.

Добавление церезита к цементному раствору производится следующим образом: предварительно перемешивают песок с цементом насухо в пропорции 1 : 2 и вместо воды затворяют эту смесь церезитовым молоком. Церезитовое молоко получается из смеси одной части церезита с десятью частями воды.

2. Прочие материалы, применяемые для искусственных сооружений

При возведении каменных, бетонных и железобетонных искусственных сооружений, а равно при ремонтных работах по искусственным сооружениям широко применяются дерево и металл.



Фиг. 90

Д е р е в о применяется почти исключительно для вспомогательных сооружений¹ (леса, подмости, кружала, опалубка), для всякого рода поделок (шаблоны, творильные ящики и т. д.), а также для постройки подсобных помещений (склады, мастерские, бараки, кладовые и т. п.).

Дерево применяется двух сортов: в виде круглого и пиленого леса (фиг. 90).

Круглый лес в зависимости от диаметра (измеряемого в тонком конце) делится на: а) жерди диаметром от 3 до 7 см; б) подтоварник диаметром от 8 до 15 см; в) бревна диаметром от 16 до 38 см.

По качеству древесины бревна делятся на основании общесоюзного стандарта на 3 сорта. Длина круглых лесных материалов установлена стандартом от 4 до 19,5 м.

Пиленый лес применяется в виде: а) пластин, т. е. бревен, распиленных вдоль на две половины (фиг. 90, 4); б) брусьев, когда бревно опилено на четыре канта, причем брус может получиться чисто

¹ В деревянных и деревобетонных кессонах, а также в свайных основаниях дерево применяется как составная часть несущей основной конструкции.

обрезной (фиг. 90, 2) или с обливинами (фиг. 90, 1); в) досок толщиной от 8 до 100 мм, шириной от 30 (рейки) до 300 мм.

Различают доски чистообрезные (фиг. 90, 5), полуобрезные (фиг. 90, 7) (т. е. облив частично сохраняется), необрезные (облив полностью сохранен) (фиг. 90, 8). На фиг. 90, 3 показаны лежни, т. е. бревна, отесанные на два канта, а на фиг. 90, 6 — горбыли, представляющие отход при распиловке бревен на доски. По качеству древесины и чистоте обработки пиленый лес делится на пять сортов. Длина пиленых материалов стандартом установлена от 1 до 7 м.

Из лесных пород на бревна и доски идут: а) хвойные породы (сосна, ель, лиственница, кедр, пихта) и б) лиственные породы (дуб, береза, ясень, клен, граб, ольха).

Лесной материал для вспомогательных сооружений, поддерживающих основные сооружения во время производства работ, как то: леса, подмости, опалубка, кружала, должен применяться того сорта, какой указан в технических условиях на эти сооружения.

Это необходимо, с одной стороны, во избежание траты ценного материала на временные сооружения, а с другой стороны, этим сооружениям должна быть обеспечена необходимая прочность.

Обычно на опалубку применяется третий сорт дерева, а на поддерживающие части опалубки, принимающие на себя вес сооружений, например незатвердевший бетон, железобетон, — второй сорт.

Металл применяется как вспомогательный материал для всякого рода временных сооружений — гвозди, болты, скобы и т. п., а также как составная часть сооружения — арматура в железобетонных сооружениях, материал металлических мостов.

Железом в обыденной жизни называется мягкая сталь. Основными ее качествами являются: высокая прочность, однородность и, как следствие однородности, одинаковая сопротивляемость разрыву и сжатию. Мягкие сорта стали поддаются ковке, хорошо свариваются в нагретом состоянии, а также изгибаются в холодном состоянии без нарушения ее прочности.

Сталь по своим механическим свойствам делится на несколько марок. Большое значение имеют механические свойства стали при применении ее в качестве арматуры в железобетонных сооружениях. Марка стали для арматуры указывается на чертежах.

Применяются три марки: 0, 3 и 5. Марка 0 называется немаркированной сталью, или торговым металлом. При применении для арматуры эта сталь проходит испытание только на загиб в холодном и нагретом состоянии, что может быть сделано на строительстве. Сталь марок 3 и 5 до применения в дело должна быть испытана в лаборатории, если с завода не имеется документа (паспорта), подтверждающего марку стали.

Изделия из стали получают прокатом на прокатных станах, причем общесоюзным стандартом установлены твердо сорта и форма изделий (сортамент). Сортамент изделий из стали имеет много разновидностей. Для искусственных сооружений главным образом применяются: а) круглая сталь (болты, арматура); б) квадратная сталь

скобы); в) полосовая сталь (хомуты); г) угловая сталь; д) двутавровая (двутавры); е) швеллеры; ж) листовая сталь. Все перечисленные виды сталей в отличие от последнего носят название сортового металла.

Круглая сталь диаметром от 9,5 до 40 мм применяется для арматуры железобетонных сооружений, средние диаметры — для болтов; более тонкая круглая сталь диаметром от 5 до 9 мм, называемая кантункой, применяется для второстепенных частей арматуры. Квадратная сталь применяется для скоб толщиной до 20 — 22 мм, полосовая — для хомутов размером по ширине до 75 мм и по толщине до 12 — 15 мм.

Одним из отрицательных свойств металла, на которое нужно обращать внимание каменщику и бетонщику, является ржавление, т. е. постепенное разрушение металла. Необходимо принимать меры против ржавления металла в постоянных сооружениях. Например, перила мостов, заделанные в бетонную кладку, покрываются по выступающим из кладки частям масляной краской. Металл, заделываемый в бетон как арматура для усиления конструкций, должен быть заделан в бетон полностью и не выступать из бетона, т. е. должен иметь защитный слой. Кроме того, бетон должен быть плотным и количество цемента в нем не должно быть меньше определенного количества, указанного ниже (см. главу о бетонных и железобетонных работах).

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

КАМЕННАЯ И КИРПИЧНАЯ КЛАДКА

§ 15. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ, ПРАВИЛА РАЗРЕЗКИ КЛАДКИ, ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРА

1. Виды кладки

При возведении искусственных сооружений применяется каменная кладка следующих видов:

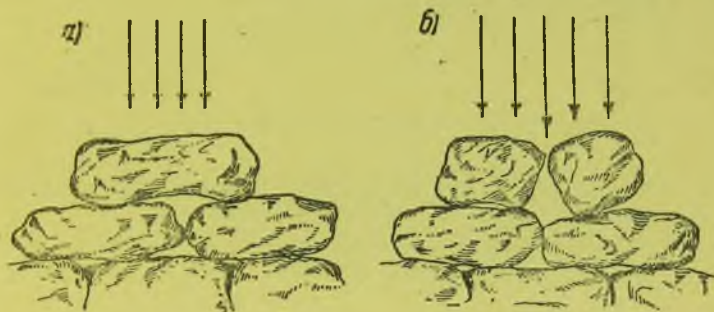
- 1) бутовая из естественных камней без облицовки;
- 2) бутовая из естественных камней с облицовкой из штучных камней, изготовленных также из естественного камня;
- 3) из крупных блоков; блоки изготавливаются из бетона, причем размер блоков зависит от подъемной силы крана, которым блоки устанавливаются на место;
- 4) кирпичная кладка, применяется только при ремонте искусственных сооружений, сохранившихся на некоторых дорогах.

Так как искусственные сооружения подвергаются большим нагрузкам, то кладка их должна быть возможно более прочной. Прочность кладки зависит от прочности камня и прочности раствора. Выше были приведены требования к прочности камня, идущего для искусственных сооружений. При каменной кладке применяют исключительно цементный раствор как наиболее прочный из всех строи-

тельных растворов; состав раствора, определяющий его прочность, назначают жирный, т. е. с большим содержанием вяжущего вещества.

2. Правила разрезки

Прочность и устойчивость каменного сооружения были бы наибольшими для данного материала, если бы можно было вытесать его из одного камня. Такие сооружения возводятся очень редко (постаменты некоторых памятников). Сооружение из этого же материала, но сложенное из отдельных кусков (фиг. 91), будет мало устойчивым, если не связать эти куски в одно целое строительным раствором.



Фиг. 91

Однако и в этом случае отдельные куски камней нужно располагать в сооружении по определенным правилам, называемым правилами разрезки, чтобы получить наиболее прочное сооружение.

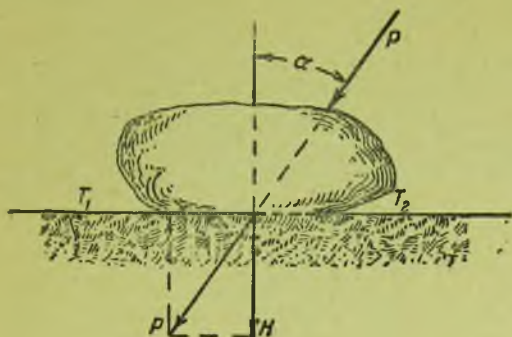
Как все сооружение в целом, так и отдельные его части должны выдерживать те нагрузки, которые на них приходятся.

Рассмотрим какой-либо камень, входящий в состав каменного массива (фиг. 92). Положим, что на этот камень приходится нагрузка P , направленная наклонно. Если мысленно разложить эту наклонную силу на горизонтальную и вертикальную силы, которые заменяют действие наклонной силы P , то вертикальная сила H будет прижимать камень к основанию, а горизонтальная сила T будет стремиться сдвинуть камень с места. Сдвигу будет сопротивляться сила трения между камнем и основанием. Сила трения зависит от величины силы H и по величине равна только части этой силы. Сила H будет тем больше, чем меньше угол α , образуемый направлением силы P с вертикальной линией. Таким образом, опасность сдвига камня будет уменьшаться с уменьшением угла α .

Отсюда вытекает первое правило разрезки каменной кладки: сооружение разрезается на отдельные слои, которые должны быть перпендикулярны к направлению действия силы на сооружение.

Если на сооружение действуют главным образом вертикальные силы, то оно разрезается на горизонтальные слои кладки.

В сводах силы, передающиеся от одного камня к другому, меняют свое направление. Поэтому оси свода придают такую форму, чтобы она примерно совпадала с направлением действия сил на свод. Таким



Фиг. 92



Фиг. 93

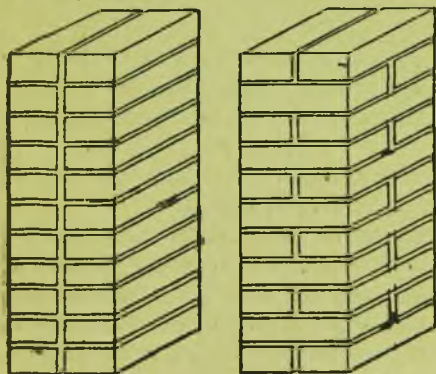
образом, разрезку свода ведут по радиусам оси свода (фиг. 93), что и будет соответствовать первому правилу разрезки.

При разрезке сооружений большой площади невозможно получить такие камни, которые заполнили бы весь слой кладки. Тогда слой

разрезается еще другими плоскостями, перпендикулярными первым плоскостям разрезки и перпенди-

а) Непрерывная разрезка

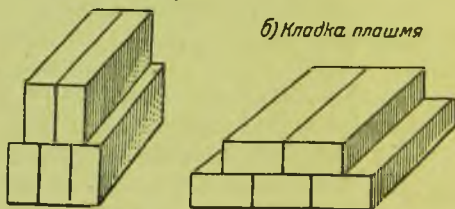
б) Перевязка швов



Фиг. 94

а) Кладка на ребро

б) Кладка плашмя



Фиг. 95

кулярно к наружной поверхности сооружения. В этом заключается второе правило разрезки.

По площади соприкосновения отдельных камней образуются горизонтальные и вертикальные швы, заполняемые раствором.

Для прочности и устойчивости сооружения большое значение имеет способ расположения камней в смежных по высоте слоях кладки. Рассмотрим такой пример. На фиг. 94, а изображен столб кирпичной кладки, причем кирпич сложен так, что вертикальная плоскость разрезки проходит непрерывно через все ряды. Столб разделяется ею на два отдельных столбика. Если на столб будет действо-

вать какая-либо нагрузка, приложенная сверху к одному из этих столбов, то второй столб не будет участвовать в работе.

Если эта нагрузка будет наклонной, то столб может наклониться под влиянием этой нагрузки и отделиться от второго столба.

Значительно лучше будет работать столб, представленный на фиг. 94,б. В этом столбе вертикальные швы идут только в пределах одного слоя. Благодаря такому приему, называемому *перевязкой швов*, столб будет работать как одно целое. Отсюда можно вывести третье правило разрезки: *вертикальные швы смежных слоев кладки должны быть расположены в перевязку*. При этом нужно стремиться к тому, чтобы перевязка швов была возможно больше. Например, неправильно было бы ставить камни на ребро (фиг. 95,а), так как в этом случае перевязка будет меньше, чем при кладке плашмя (фиг. 95,б).

3. Растворы для каменной кладки

Раствор для каменной кладки искусственных сооружений, как указано выше, применяется исключительно цементный.

В технических условиях на производство работ по искусственным сооружениям на железных дорогах назначен определенный состав цементного раствора для разных сооружений и их частей.

При назначении состава раствора объем цемента обычно берется за единицу, а количество песка берется в одном или нескольких объемах цемента. Например, если назначен состав цементного раствора 1 : 3, то это значит, что при составлении нужно взять один объем цемента и прибавить к нему три объема песка.

Для кладки искусственных сооружений согласно техническим условиям применяются следующие составы растворов:

- 1) для кладки опор мостов 1 : 3;
- 2) для кладки опор небольших мостов, расположенных на суходолах, для кладки опор путепроводов, а также больших массивов, входящих в состав устоев, 1 : 4;
- 3) для заливки швов облицовки 1 : 2;
- 4) для кладки сводов каменных мостов и труб состав раствора указывается в проекте.

Каждый состав раствора должен обеспечивать раствору определенную прочность на сжатие через 28 дней, или иначе марку его.

Цементный раствор состава 1 : 1 имеет марку 240 кг на 1 см²; состава 1 : 2 — 120 кг на 1 см²; состава 1 : 3 — 80 кг на 1 см² и состава 1 : 4 — 50 кг на 1 см².

Как указано, для растворов марки 80 и ниже нужно брать цемент с активностью не ниже марки 200, а для растворов более высокой марки—цемент с активностью не ниже марки 300—400 кг на 1 см².

Для бутовой кладки применяются камни неправильной формы; поэтому прочность раствора имеет здесь очень большое значение, а потому при приготовлении раствора для бутовой кладки нельзя допускать, чтобы прочность раствора понижалась против назначенной марки более чем на 10 — 15%.

Для кирпичной кладки, где применяются камни правильной формы, понижение прочности раствора против назначенной марки даже на 25% сравнительно мало отражается на прочности этой кладки.

Для того чтобы обеспечить требуемую марку раствора, необходимо:

- 1) применять цемент нужной для обеспечения данной марки активности;
- 2) тщательно перемешивать раствор при его приготовлении;
- 3) при затворении прибавлять воды не больше, чем это требуется для хорошей укладки раствора в дело.

Для того чтобы правильно составить раствор для каменной кладки, необходимо произвести подбор состава раствора в бетонной лабора-

тории и на пробных кубиках определить его прочность. Хорошее перемешивание раствора обеспечивается при механическом приготовлении раствора. Количество воды, которое нужно прибавлять к раствору при его приготовлении, указывает бетонная лаборатория при подборе состава. Необходимо обеспечить при приготовлении раствора точное количество прибавляемой к раствору воды и от времени до времени, но не реже одного раза в смену контролировать подвижность затворенного раствора. Для контроля подвижности раствора служат приборы: конус Абрамса и конус Строительной центральной научно-исследовательской лаборатории, или сокращенно Стройцнила.

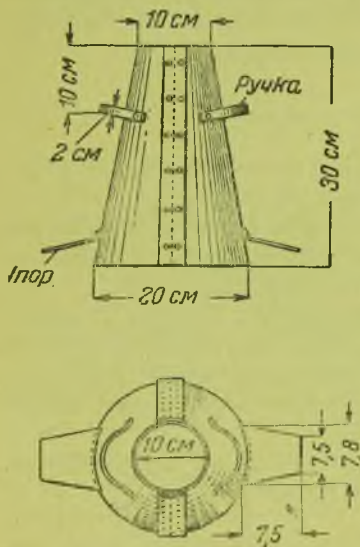
При применении конуса Абрамса о подвижности раствора судят по растеканию (сплыву) конуса, приготовленного на испытываемом растворе. При

применении конуса Стройцнила о подвижности раствора судят по глубине погружения в раствор массивного металлического конуса. На фиг. 96 представлена конструкция конуса Абрамса. Он состоит из металлического конуса (усеченного), открытого с обеих сторон. Размеры конуса для испытания подвижности бетонной смеси: высота 30 см, диаметр нижнего основания 20 см, верхнего — 10 см.

Для испытания подвижности раствора следует применять так называемый малый конус; его размеры: высота 10 см, диаметр нижнего основания 6 см, верхнего — 4 см.

Для испытания подвижности бетонной смеси и раствора кроме конуса необходимо иметь: деревянную подставку, обитую кровельным железом, размером 50 × 50 см, металлический штырь длиной 75 см и диаметром 15 мм для штыкования бетона и раствора.

При испытании конус устанавливают на подставку, наполняют его раствором и проштыковывают 25 раз. Затем металлический конус осторожно снимают, поднимая его вертикально за ручки, и ставят ря-

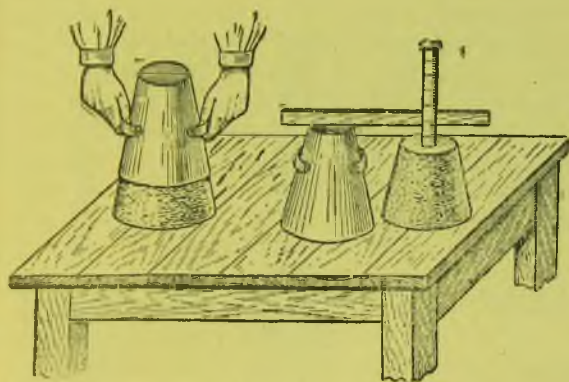


Фиг. 96

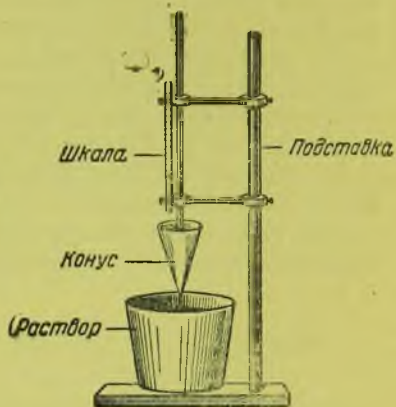
дом с цементным конусом (фиг. 97). Конус, освобожденный от формы, несколько сплывает и оседает.

Нормальным для бутовой кладки считается раствор, который сплывает на высоту 1—2 см. Сплыв замеряют, кладя на металлический конус рейку.

Более удобным для измерения подвижности раствора является конус Стройцила, представленный на фиг. 98. Раствором наполняется конусообразный сосуд высотой 18 см, который подставляется под конус. Конус освобождают от удерживающих его винтов и опускают в раствор. Погружение конуса в раствор замеряют по рейке, имеющейся в приборе. Нормальным для бутовой кладки считается раствор, в который конус погружается на глубину 5—6 см.



Фиг. 97



Фиг. 98

Для подливки облицовки готовится раствор более подвижный, в виде жидкой сметаны. Для проверки механической прочности раствора в лабораторию посылаются кубики размером $7 \times 7 \times 7$ см, которые приготавливаются из раствора, взятого на строительстве, например непосредственно из растворомешалки. Кубики заготавливаются в деревянных разборных формах. Раствор укладывается в один слой и проштыковывается 25 раз тонким железным стержнем (диаметром 10 см). Боковые стенки снимают с образцов марки 50 и выше через сутки. Кубиков заготавливается за раз 3 шт., и после достаточного твердения их отсылают в лабораторию, с тем чтобы они могли быть испытаны через 28 дней.

Расход материалов на 1 м^3 раствора для разных составов приведен в следующей таблице:

Материалы	Состав раствора			
	1:1	1:2	1:3	1:4
Цемент в кг	991	670	455	348
Песок в м^3	0,77	1,94	1,06	1,06
Вода в л	300	240	240	170

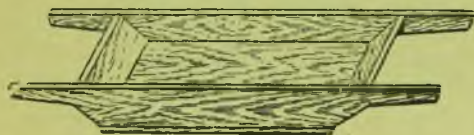
4. Ручное приготовление раствора

Растворы для каменной кладки приготовляются ручным и механизированным способами.

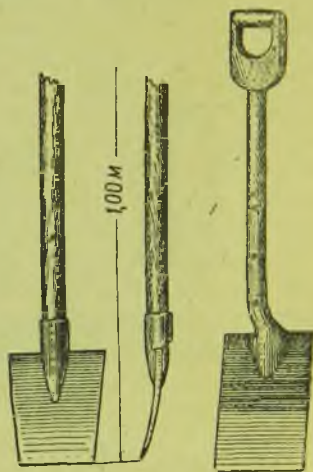
Приготовление раствора ручным способом производится для небольших работ, например для мелких ремонтных.

Для приготовления раствора устраивают боек (настил) из плотно сколоченных досок под навесом, где хранится запас просушенного песка, постоянно пополняемый. К навесу обычно примыкает сарай с цементом.

Самое приготовление раствора состоит в том, что сначала насыпают отмеренную порцию песка невысокой грядкой. Сверху вдоль грядки делают углубление, куда насыпается ровной полосой отмеренное по весу количество цемента. Затем двое рабочих, подвигаясь постепенно вдоль грядки, перелопачивают смесь несколько раз (не менее 3 раз), пока смесь песка и цемента не получит однородного тона (зеленовато-желтого). Приготовленная смесь разносится затем подносчиками на место работ и насыпается в ящики каменщиков, где к ней



Фиг. 99



Фиг. 100

добавляется отмеренное количество воды, и смесь перемешивается (перелопачивается) с водой еще несколько раз уже в ящике.

Ящик каменщиков делается из 25 — 40-мм досок с наклонными стенками, с выступающими концами боковых стенок (фиг. 99). Выступы после обделки их служат ручками для переноски ящика.

Ящик должен быть плотным, легким и содержаться в чистоте, т. е. на стенках его не должно оставаться старого затвердевшего раствора.

Для засыпки материала и размешивания раствора служит штыковая лопата небольших размеров с несколько укороченной гладкой рукояткой (фиг. 100).

Необходимо раствор в ящиках каменщиков затворять только в таком количестве, чтобы он мог быть уложен до начала схватывания. Нельзя оставлять неизрасходованный раствор перед перерывом, например, на обед. Начавший схватываться раствор должен быть выброшен и доски ящика очищены и промыты.

Кроме того, что подвижность раствора определяется конусами, следует проверять подвижность раствора еще следующими простыми

способами: раствор для бутовой кладки нормальной подвижности не стекает с лопатки, а раствор, зажатый в кулак, не рассыпается после разжатия.

5. Механическое приготовление растворов

Для механизированного перемешивания раствора применяются растворомешалки. Растворомешалки, выпускаемые заводами Главстроймаша, имеют одинаковую конструкцию, но разную загрузочную емкость барабана, в котором производится перемешивание. Они выпускаются емкостью барабана 80, 150, 375 и 500 л.

Основной частью машины является смесительный барабан цилиндрической формы, открытый сверху для загрузки и выгрузки материалов. Внутри барабана вращается вал, снабженный лопастями, перемешивающими раствор. Вода заливается в смесительный барабан из водомерного бачка, укрепленного на верху рамы. Водомерный бачок может быть отрегулирован на подачу определенной порции воды на замес раствора. Барабан загружают посредством ковша, поднимающегося и опускающегося по раме на роликах. Подъем ковша осуществляется лебедкой; электромотор вращает вал лебедки и смесительный барабан. Ковш опускается до уровня земли. Составляющие раствор материалы — вяжущее вещество и песок — подвозятся к ковшу мерными тачками и загружаются в ковш. Для выгрузки готового раствора после перемешивания (в течение 1 — 2 мин.) корыто опрокидывается посредством штурвала, которым управляет моторист, обслуживающий электромотор растворомешалки. Выгрузка производится в подставленную под барабан тару: вагонетки, тачки и пр.

Производительность растворомешалки емкостью барабана 150 л составляет около 4 м³ * раствора в час. Производительность растворомешалок большей или меньшей емкости увеличивается или уменьшается сообразно емкости барабана.

§ 16. БУТОВАЯ КЛАДКА БЕЗ ОБЛИЦОВКИ

1. Общие понятия

Бутовая кладка производится из бутового камня, т. е. камня, имеющего неправильную форму. При бутовой кладке искусственных сооружений необходимо применять постелистый камень; если такого камня нет, то необходимо грубо окалывать камень для образования постелей. Кроме того, надо окалывать и боковые его поверхности для придания этим поверхностям примерно отвесного, перпендикулярного к постелям направления.

* Производительность 4 м³ в час соответствует данным каталога. Практически производительность растворомешалки составляет 18—20 м³ раствора за смену.

Правила разрезки при бутовой кладке выдерживаются приблизительно, но, во всяком случае, правилами разрезки при бутовой кладке нельзя пренебрегать.

Первое правило разрезки выдерживается при бутовой кладке фундаментов и мостовых опор таким образом, что кладка через каждые 50 см по высоте выравнивается под плоскость. При этом выравнивание делается не раствором, а главным образом подбором камней. При кладке сводов мостов и труб в кладке по оси свода делаются радиальные швы через 80 — 100 см. Второе и третье правила строго соблюдаются только при кладке наружных рядов камней, так называемых верстовых. Заполнение же (забутовка) между верстовыми рядами делается без строгого соблюдения этих правил разрезки.

Однако и при забутовке нужно стремиться перекрывать швы в нижележащем ряду камнем и не допускать сбоя (отсутствия перевязки) на высоту нескольких рядов. В бутовой кладке соседние камни не могут хорошо прилегать один к другому, и между ними образуются большие швы. Эти швы необходимо расщепливать, т. е. забивать в швы щебень (из того же камня), причем перед забивкой шов должен быть заполнен раствором и расщепка должна вестись в раствор, а не насухо. Расщепка увеличивает прочность кладки и уменьшает расход более дорогого, чем камень, раствора.

Камень при бутовой кладке искусственных сооружений укладывается под лопатку, т. е. камень укладывается на предварительно настиленный слой раствора. В неответственных сооружениях допускается иногда кладка под залив, т. е. камень укладывается между верстами насухо, швы расщепливаются, а уложенный слой заливается сверху жидким раствором. Такая кладка, как менее прочная, не допускается при возведении искусственных сооружений. В искусственных сооружениях таким способом укладывают только первый ряд камней фундамента (на основание).

Для лучшей связи камней с раствором камни обязательно должны быть очищены от грязи и пыли и промыты водой так, чтобы они шли в дело чистыми и влажными. Очистка и промывка камней должны производиться не на сооружении, а вне его, перед подачей камня на кладку. Влажность камня при кладке имеет значение для прочности раствора, так как сухой камень впитывает в себя из раствора воду и тем самым ослабляет раствор, которому вода нужна для химических процессов при превращении раствора в камень.

Неокрепшую кладку нельзя подвергать ударам и сотрясениям во избежание ее расстройств, поэтому нельзя сбрасывать подлежащий укладке в дело и доставляемый извне камень непосредственно на кладку, а также производить на кладке расколку камня.

Большое значение для прочности кладки имеет уход за свежесконченной или прерванной кладкой. После окончания кладки ее следует закрыть рогожами, старыми мешками и другим материалом и в течение 7 дней (не менее) после окончания кладки держать их влажными, поливая в нужной мере водой.

2. Инструменты и приспособления

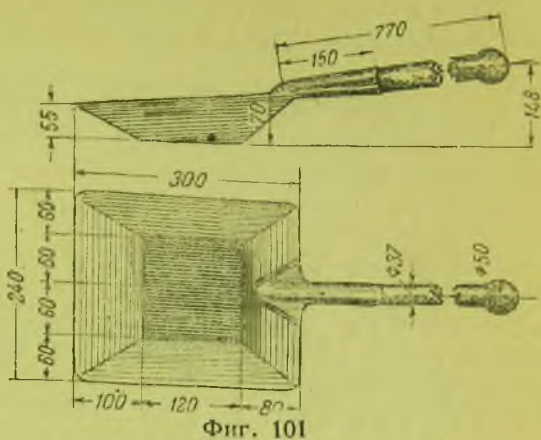
При производстве бутовой кладки пользуются следующими инструментами и приспособлениями.

Ящик для раствора (фиг. 99) размером $20 \times 50 \times 100$ см, который служит для затворения водой перемешанного с песком цемента.

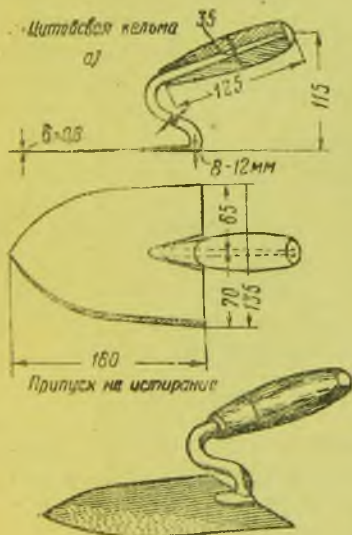
Лопата (фиг. 100) железная штыковая, прямоугольной формы, которая служит для перемешивания раствора в ящике и для забрасывания раствора в требуемое место при кладке. В последнее время для этой цели стахановцем Мальцевым предложена лопата-ковш (фиг. 101).

Шайка деревянная или ведро железное для подноски воды при затворении раствора.

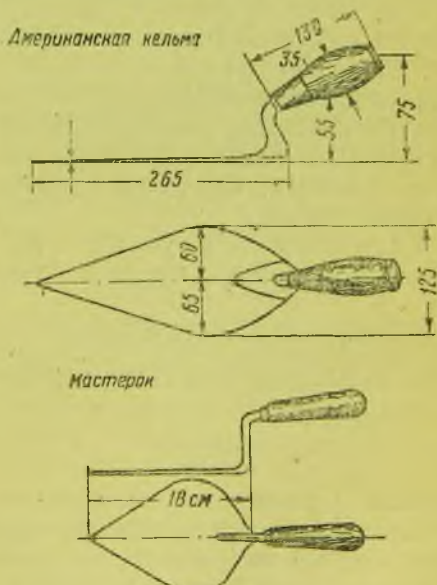
Мастерок или кельма (фиг. 102, 103). По своей форме они представляют железную треугольную лопатку с деревянной



Фиг. 101



Фиг. 102

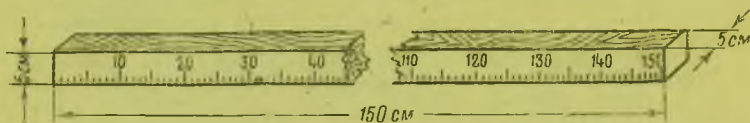


Фиг. 103

ручкой и служат для разравнивания раствора при кладке наружных рядов и для подбирания раствора, выжимаемого из швов при наверстывании наружных рядов.

В последнее время для кирпичной кладки, где этот инструмент имеет большее применение, чем при бутовой кладке, предложено несколько новых форм мастерков: мастерок ЦИТ, американская кельма и др.

Кулачок (фиг. 67) — небольшая кувалда, которая служит для окалывания камня и для плотной укладки камня на раствор.



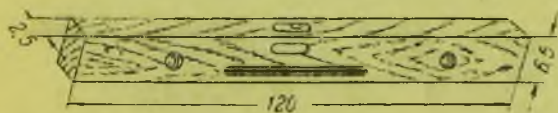
Фиг. 104

Кувалда весом до 3 кг служит для более основательной околки и расколки камня.

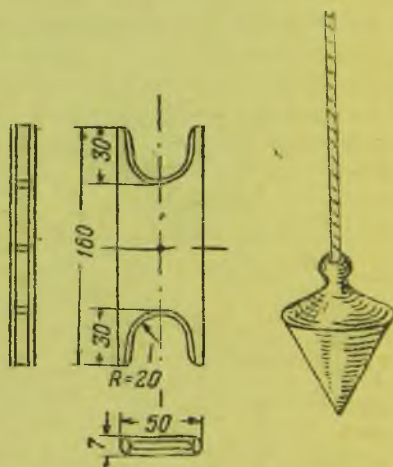
Правило (фиг. 104) — деревянная, хорошо выструганная рейка, которая служит для проверки горизонтальности рядов кладки при выравнивании их.

Уровень (фиг. 105) представляет собой вправленную в деревянную оправу стеклянную трубочку, заполненную спиртом или серным эфиром, в котором находится пузырек воздуха. Верхняя поверхность стеклянной трубочки имеет по продольной ее оси форму дуги окружности. Этот пузырек стремится всегда занять самую верхнюю точку в трубочке. Если ось трубочки, которая поставлена параллельно нижней плоскости деревянной оправы, будет горизонтальна, то пузырек будет находиться на середине трубочки. Середина трубочки обозначена чертой.

Если положить уровень на рейку (правило), можно придать рейке при



Фиг. 105



Фиг. 106

помощи уровня горизонтальное положение и проверить, горизонтально или нет выложена кладка. Правило и уровень можно заменить одним американским уровнем, который отличается от обыкновенного уровня большой длиной, равной 1,2 м.

Отвес (фиг. 106) необходим для проверки вертикальности боковых поверхностей кладки.

Причалки — тонкие веревки (бечевки), которые натягиваются вдоль контуров стен для придания им прямолинейности.

Кроме того, при бутовой кладке применяются тачки и вагонетки

для подвозки камня и раствора, носилки для подноски камня и раствора при близком расстоянии подноски, подъемники для подъема камня и раствора на кладку, лотки для спуска раствора и камня на кладку.

3. Приемы производства кладки и технические требования к ней

Бутовая кладка ведется звеном каменщиков, состоящим из 2 чел. Иногда в звено добавляется один рабочий. При работе «двойкой» работа распределяется следующим образом: наиболее квалифицированный первый каменщик производит натягивание причалки, верстовку наружных рядов кладки с приколкой камня, укладку версты на раствор, забутку внутренней части кладки с расщепенкой ее. Вторым каменщиком подается камень в пределах рабочего места, набрасывает раствор на постель, перемешивает его, смачивает камень, расщепливает кладку и вместе с первым каменщиком производит натягивание причалки.

При работе «тройкой», которая организуется при более сложной кладке, например при бутовой кладке с подбором и приколом лица, работа распределяется следующим образом.

Наиболее квалифицированный каменщик производит подбор, околку камня для лица и верстовку наружных рядов и наблюдает за работой звена; второй каменщик ведет забутку и расщепку; подсобный рабочий подает в пределах рабочего места камень и воду, смачивает камень, перемешивает раствор и набрасывает его на кладку.

Как при работе «двойкой», так и при работе «тройкой» для подачи на сооружение камня, раствора и воды ставятся отдельные подсобные рабочие в таком количестве, чтобы они обеспечивали бесперебойную работу каменщиков.

Каждому звену отводится фронт работ по длине 3 — 4 м, называемый делянкой. Делянки назначают из расчета объема работ продолжительностью на одну смену или на 2 — 3 смены.

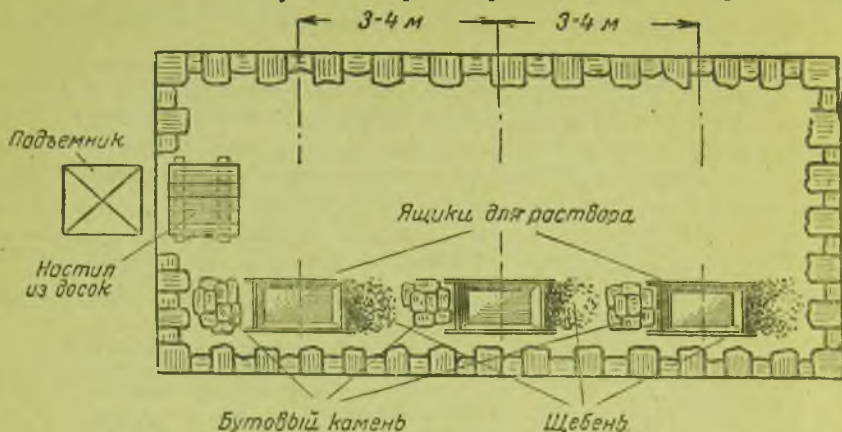
Материалы для кладки должны быть подготовлены для каменщиков к началу работ и разложены в порядке, а именно камень и раствор располагаются вдоль фронта, чередуясь: камень в куче, раствор в ящике и т. д. (фиг. 107). При этом на каждой делянке должен иметься свой материал. Камень следует подбирать по крупности и выделять из него щебенку, укладывая ее отдельной кучкой. Это нужно делать для поднятия производительности труда, так как подбор и оковка камня и приготовление расщепенки отнимают у каменщиков, по данным института проектирования и организации работ, от 15 до 25% рабочего времени.

Подача камня и раствора на сооружение организуется различно в зависимости от того, требуется ли опускать материалы на кладку или, наоборот, поднимать их.

Первый случай имеет место при кладке фундаментов сооружений. В котлованы фундаментов камень и раствор опускаются при помощи лотков и желобов (фиг. 108).

Камень в этом случае должен падать на щит, сколоченный из

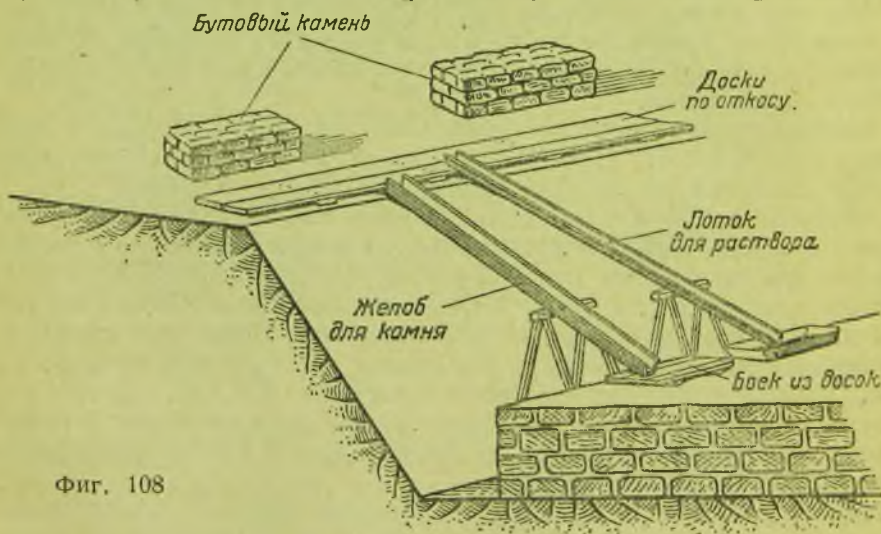
толстых досок и огражденный небольшими бортами, чтобы камень не мог раскатываться. Раствор должен падать в ящик и отсюда разноситься по ящикам каменщиков. Жолоб для опускания камня и лоток для опускания раствора показаны на фиг. 109.



Фиг. 107

К котловану камень подается со складов на вагонетках или тачках в зависимости от дальности расположения склада.

Если котлован огражден земляными откосами, то во избежание обрушения откосов по бровке их следует укладывать доски или

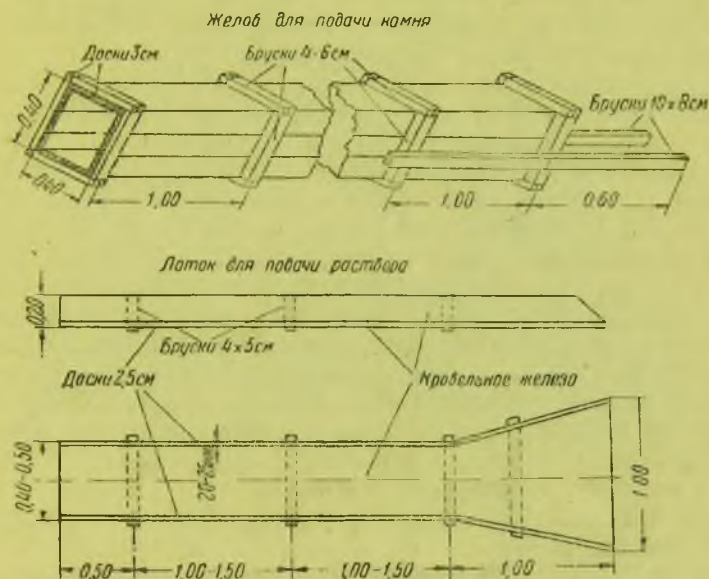


Фиг. 108

лучше щиты шириной 30—40 см и материалы не складывать ближе 50—60 см от бровки откоса.

Раствор подается от места его перемешивания на тачках. Лучше всего для этой цели использовать металлические ковши на колесах, так называемые двухколесные стерлинги (фиг. 110)

Если имеется возможность подавать камень и раствор на кладку в нескольких местах, то эта возможность должна быть использована. В пределах самого сооружения камень и раствор подносятся к рабочему месту каждого звена на носилках.

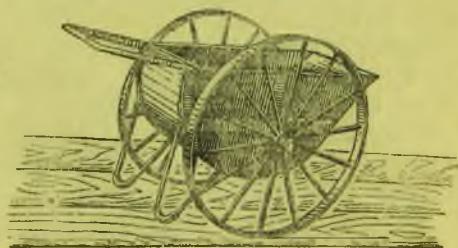


Фиг. 109

При кладке опор, труб, каменных арочных пролетных строений камень и раствор приходится поднимать на сооружение. Подъем производится различными подъемными приспособлениями: кранами-укосинами, кранами-дерриками, подвижными кранами и т. п.

Кладка фундамента сооружения начинается с протягивания по подготовленному основанию причалки, обозначающей грани фундамента, а затем, начиная от граней, укладывается первый ряд камня насухо с подбором крупных постелистых камней.

При этом наиболее крупные камни укладываются по периметру сооружения, чередуя ложки и тычки. Толщина ряда выдерживается в 25—30 см. Камни плотно прижимаются один к другому, осаживаются ударами так, чтобы они плотно сели на грунт, если они укладываются на естественное основание, и при этом так, чтобы поверхность ряда была по возможности ровной. Промежутки между камнями тщательно расщебениваются. Затем, когда весь ряд уложен, его заливают жидким



Фиг. 110

раствором — прыском. Далее кладку продолжают, укладывая по причалке верстовые ряды второго и последующих рядов. При этом тщательно выбирают камни верстового ряда по высоте и пригоняют их один к другому, окалывая выступы, чтобы камни плотно лежали на постели и не качались. Ложки опять чередуют с тычками, соблюдая правильную перевязку швов между камнями первого и второго рядов. Наружные швы камней не должны быть толще 2 см.

После наверстки ряда камни начинают «сажать» на раствор. При этом камень поднимают со своего места, под его постель бросают лопатой раствор и разравнивают мастерком, затем в этот раствор опускают камень, вдавливая его ударами кулачка, чтобы он не качался. Горизонтальные и вертикальные швы подмазываются раствором, а выжатый раствор подбирают мастерком, чтобы он не падал вниз и не тратился бесполезно. После наверстывания наружных рядов начинают забутовку, т. е. камень укладывают в середину сооружения. Камни укладываются сразу на раствор, который предварительно размещается по свободной площади лопатой и разравнивается мастерком, прижимая камни возможно плотнее один к другому и к ранее уложенным камням верстового ряда. Раствор набрасывается слоем от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{3}$ высоты ряда. Пустоты между камнями тщательно расщебениваются.

При забутовке, укладывая новые камни, нужно также перекрывать швы нижележащего ряда, соблюдая этим указанную перевязку швов. Камни подбирают по высоте, выполняя кладку под одну высоту с верстовым рядом.

Для бутовой кладки высота камней должна находиться в пределах 10 — 50 см. Если применяется крупный камень предельной высоты, то каждый ряд кладки должен быть выровнен тщательно под рейку по уровню. Выравнивание под рейку производится подбором и околкой камней, избегая подкладки мелких камней.

Вертикальность возводимых стен необходимо проверить отвесом. Если стены имеют сложное очертание, то они выводятся по шаблонам (фиг. 111).

При кладке необходимо следить, чтобы не попал в кладку грязный или трещиноватый камень. Поданный на кладку камень необходимо время от времени смачивать.

Кладку необходимо вести быстро, чтобы слой покрывался новым слоем до полного окончания схватывания цементного раствора, т. е. возвращаться на место начала кладки часа через 2 — 3.

Если по какой-либо причине образовался значительный перерыв в кладке, то при возобновлении кладки необходимо старую кладку тщательно очистить от пыли и грязи щетками, а также удалить с кладки рыхлый раствор, лежащий на поверхности камней, и промыть кладку водой, лучше под напором из брандспойта.

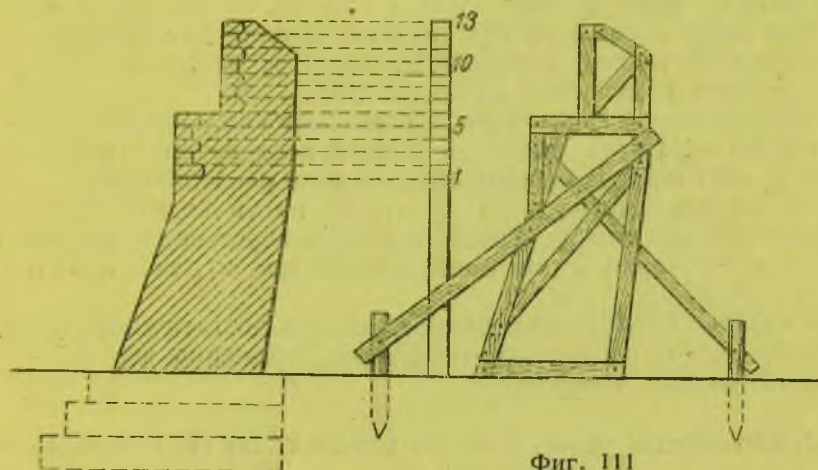
Если при производстве кладки встречается какое-либо препятствие, например распорки креплений котлована, и эти крепления еще нужны, то их нужно обойти, устроив штрабу (фиг. 112), которая ликвидируется после снятия распорки. При возведении каждого ряда кладки нужно проверять правильность положения его в плане; при этом допускаются следующие отклонения от правильного положения:

- 1) для частей опор ниже обреза фундамента отклонение кромки ряда от ее проектного положения не должно превышать ± 5 см;
- 2) для частей опор выше обреза фундамента это отклонение не должно быть более ± 1 см.

Сооружение

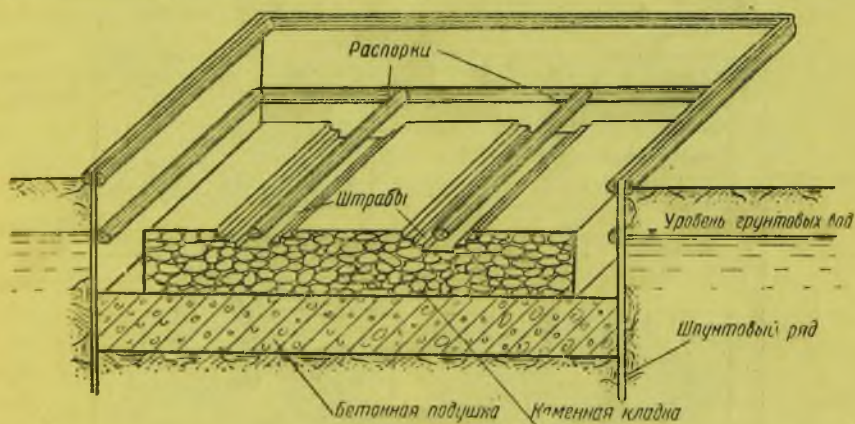
Рейка-порядовка

Шаблон



Фиг. 111

Для того чтобы просто найти положение необходимых характерных точек сооружения, по углам его устанавливаются геодезистами рейки порядовки (фиг. 111), на которых отмечаются необходимые высоты-



Фиг. 112

С этих порядовок рейкой и уровнем сносят на кладку высоту необходимых точек и выравнивают кладку по этим точкам.

4. Бутовая кладка в опалубке

Кроме открытого способа ведения бутовой кладки иногда выгодно вести кладку в заранее установленных деревянных дощатых формах — опалубке, укрепленной, как обычно, ребрами и поясами из досок,

брусьев или бревен. Опалубка делается по форме возводимого сооружения полностью на всю высоту сооружения или частично по мере нарастания кладки. Доски опалубки пришиваются по мере возведения кладки или со всех сторон или с одной стороны, будучи с остальных сторон прибитыми к каркасу опалубки заранее.

В таких формах бутовая кладка возводится быстрее, чем обычно, т. е. без форм, так как при кладке в опалубке на кладку верст затрачивается меньше времени; кроме того, наружная поверхность такой кладки получается более гладкой.

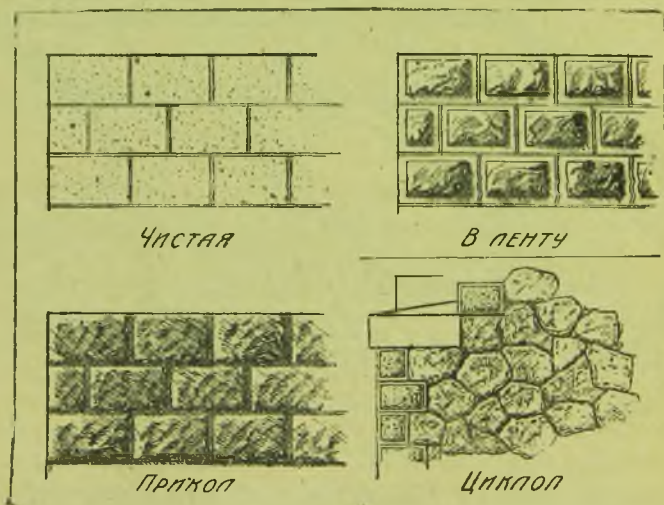
Перед укладкой первого ряда нашивают один нижний ряд опалубочных досок. Перед укладкой камней последующих рядов на опалубке делают концом кельмы отметки мест расположения вертикальных швов предыдущего ряда, чтобы иметь возможность сделать перевязку швов между первым и вторым верстовыми рядами. Самая кладка и забутовка рядов производятся так же, как и при кладке без опалубки.

Опалубку сооружения снимают после достаточного отвердения раствора, чтобы не расстроить кладку, примерно через 2 — 3 дня после окончания сооружения.

§ 17. БУТОВАЯ КЛАДКА С ОБЛИЦОВКОЙ ЕСТЕСТВЕННЫМ КАМНЕМ

1. Общие понятия

В искусственных сооружениях лицевые поверхности опор мостов, оголовков труб, порталов тоннелей, сводов труб и пролетных строе-



Фиг. 113

ний массивных мостов и пр. очень часто обделывают слоем отесанного естественного камня — облицовывают. Облицовка придает сооружению красивый вид, защищает внутреннюю кладку от атмосферных влияний и предохраняет ее от всякого рода ударов—льда,

плотов и пр. По форме камней и способу их укладки облицовку разделяют на рядовую и циклопскую. В рядовой облицовке (фиг. 113) камни отесаны под одну высоту и представляют с лица прямоугольники, уложенные рядами. В циклопской облицовке камни только околоты, представляют с лица неправильные многоугольные фигуры и не выкладываются рядами. Такая облицовка допускается в щековых стенах над сводами мостов и труб, опорах мостов при высоте их не более 5 — 6 м, причем углы этих опор облицовываются рядовой облицовкой.

Лицевую поверхность рядовой облицовки обрабатывают: а) грубым приколом, б) в ленту и в) чисто или получисто. Камни рядовой облицовки вытесывают в виде ложков и тычков, чередуя их при укладке в дело.

Для поливки облицовки применяют раствор из одной части портланд-цемента и двух частей песка, т. е. 1 : 2.

2. Правила разверстки и технические требования к облицовке

Облицовка боковых поверхностей опор и надсводных стенок

Облицовка этих элементов должна удовлетворять следующим требованиям:

- 1) ряды облицовки должны быть горизонтальны;
- 2) высота рядов должна быть не менее 25 см и не более 60 см; высота рядов облицовки сохраняется по всей высоте сооружения или меняется по высоте; в последнем случае облицовка, имеющая большую высоту, кладется в нижние ряды;
- 3) перевязка вертикальных швов в смежных по высоте рядах должна быть не менее 10 см;
- 4) размеры ложков и тычков должны удовлетворять требованиям, приведенным в разделе о материалах; толщина швов между рядами и отдельными камнями в ряду должна быть не более 10 мм и строго выдерживаться.

Облицовка ледорезов и водорезов

Правила разрезки облицовки ледорезов и водорезов следующие:

1. При угле наклона режущей грани к вертикали более 20° разрезка облицовки должна быть произведена плоскостями, перпендикулярными к образующей цилиндра или конуса, составляющей ледорез. На фиг. 114 представлена разрезка облицовки ледореза.

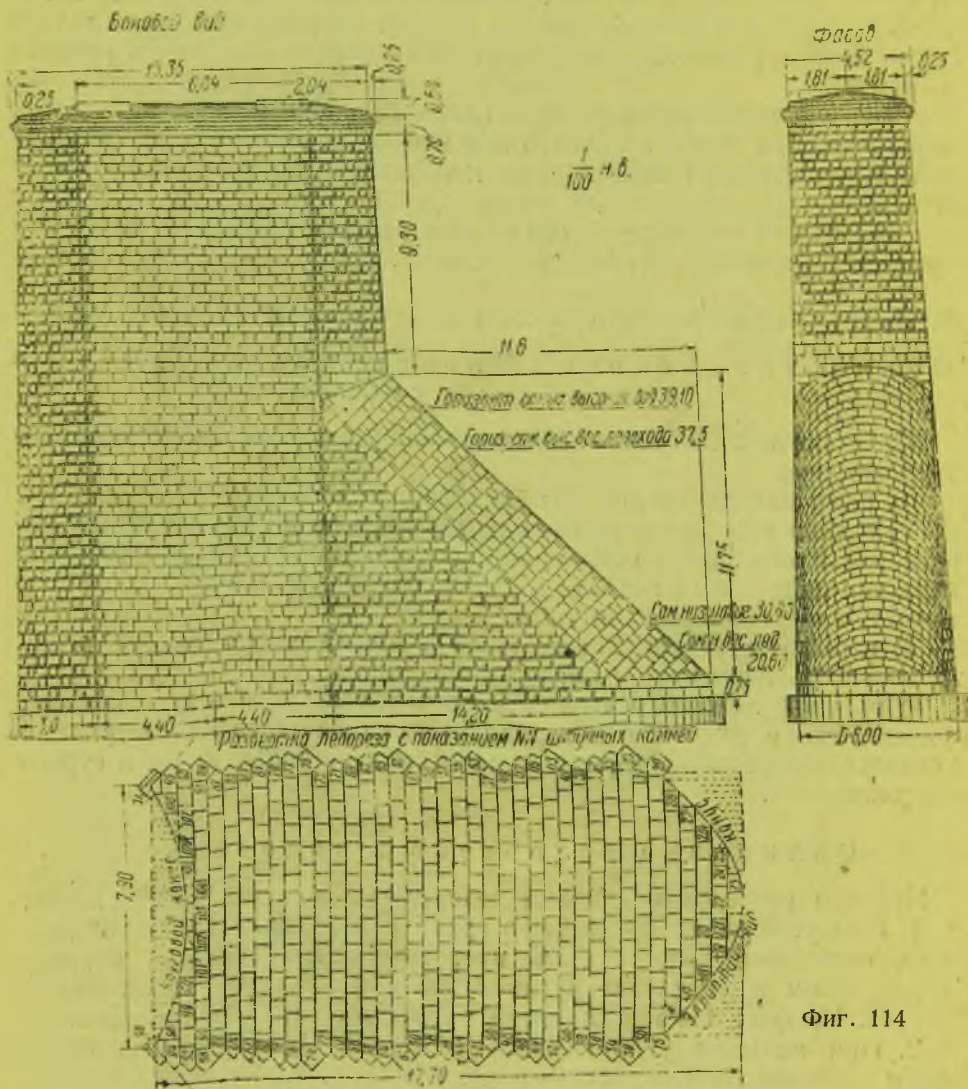
2. При меньшем угле наклона режущей части разрезка облицовки делается горизонтальными рядами (фиг. 115).

3. Швы, разделяющие ряды на отдельные камни, на конических и цилиндрических поверхностях ледорезов должны быть направлены по образующим конуса или цилиндра. Швы должны быть расположены симметрично оси ледореза. Устройство швов по оси ледореза не допускается. Не допускается также устройство швов и по линиям пересечения конуса или цилиндра, образующих ледорез, с телом быка и

боковыми плоскостями. Здесь должны быть положены цельные камни, на которых высекаются линии пересечения (фиг. 116).

4. Толщина швов между отдельными камнями и между рядами должна быть равна 6 — 8 мм.

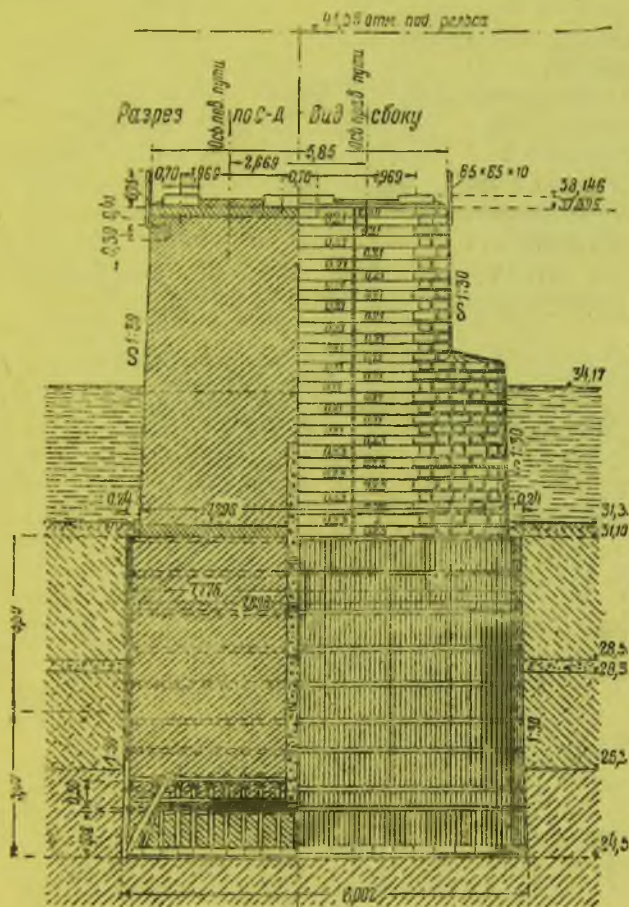
5. Облицовка ледорезов выполняется из камней чистой тески.



Облицовка сводов

1. Разрезка облицовки должна быть произведена радиальными плоскостями. Ширина камней по оси свода должна быть одинакова. На фиг. 117 представлен вид облицовки свода каменной трубы.

2. Высота облицовки должна быть равна толщине свода. В тонких сводах облицовка делается в один ряд (фиг. 117), а в толстых — в два и несколько рядов. При этом перевязка швов должна быть не менее 10 см (фиг. 118). Высота облицовочных камней должна быть в $1\frac{1}{2}$ раза больше ширины.



Фиг. 115

3. Толщина швов облицовки в тонком конце камня должна быть 6 — 10 мм.

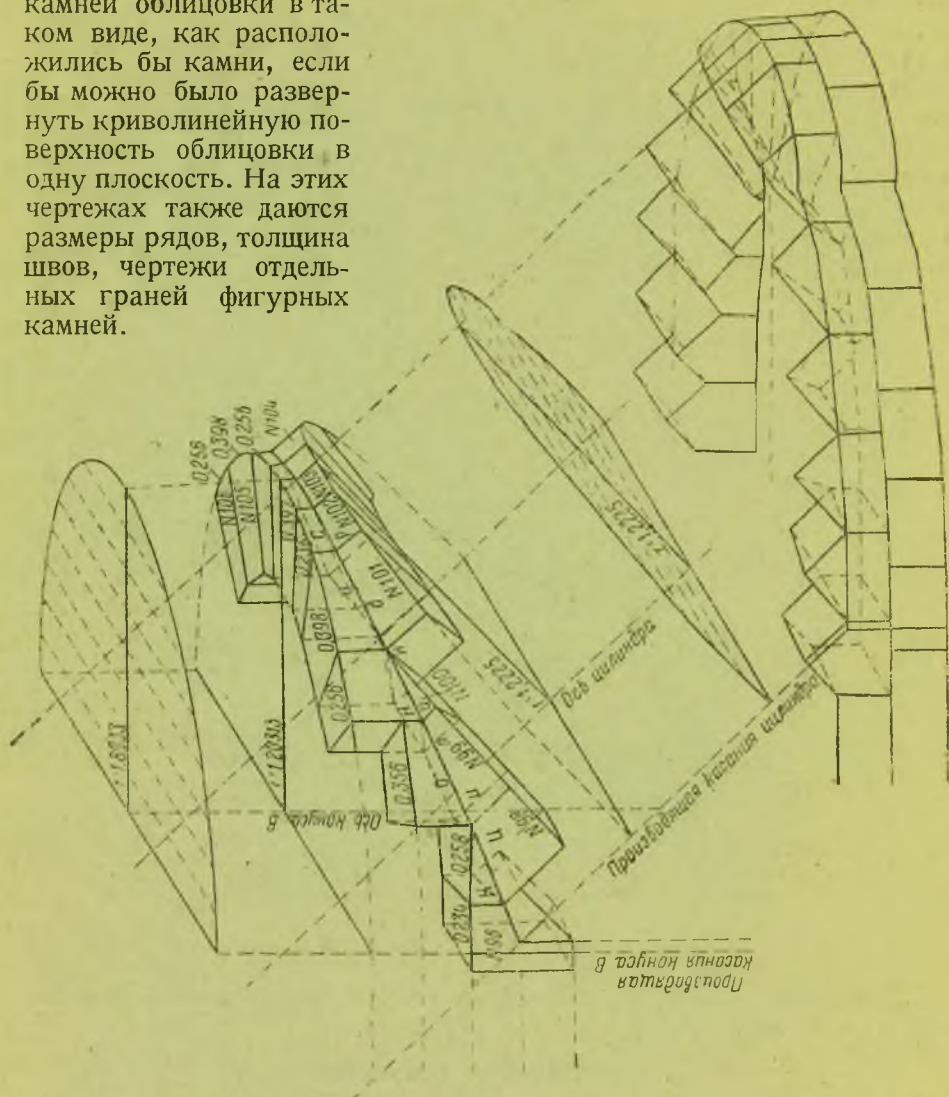
3. Изготовление облицовки

Облицовочные камни изготавливаются в карьере по рабочим чертежам, которые составляются с учетом приведенных выше правил. Рабочими чертежами пользуются и при установке облицовки.

Для облицовки опор и надсводных стенок в чертежах указываются: вертикальный разрез всей опоры и стороны опоры, требующие облицовки.

цовки, с указанием размеров высоты рядов, а для камней, которые должны быть сделаны строго по размеру (углы, разлопатки и пр.), — ширина камней. Также указываются толщина швов и уклоны лицевых граней.

Чертежи разрезки ледорезов представляют план размещения камней облицовки в таком виде, как расположились бы камни, если бы можно было развернуть криволинейную поверхность облицовки в одну плоскость. На этих чертежах также даются размеры рядов, толщина швов, чертежи отдельных граней фигурных камней.



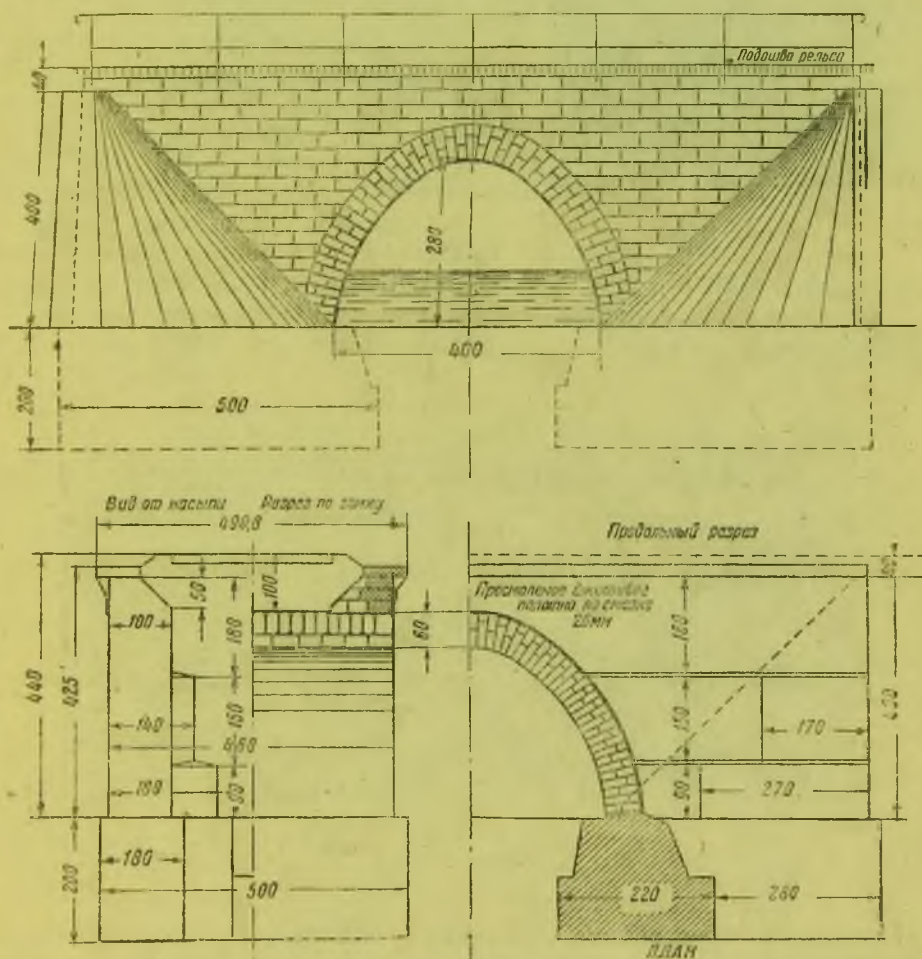
Облицовка нижних поверхностей сводов на чертежах представляется планами радиальных рядов с указанием размеров лицевой стороны каждого камня и толщины швов. Облицовка фасадных сторон сводов представляется в виде чертежей камней с указанием толщины швов и размеров по фасаду каждого из камней.

Все камни специально-го назначения на чертежах должны быть пронумерованы, а в натуре на боковых гранях камней делается та же нумерация прочной цветной краской.

В целях повышения точности работы и контроля правильности чертежей разрезки необходимо при изготовлении сложной ледорезной облицовки устраивать модели ледорезов



Фиг. 117



Фиг. 118

в натуральную величину с нанесением на них швов между камнями.

На фиг. 119а представлена такая модель до распиловки, а на фиг. 119б — отдельные камни, полученные после распиловки модели.

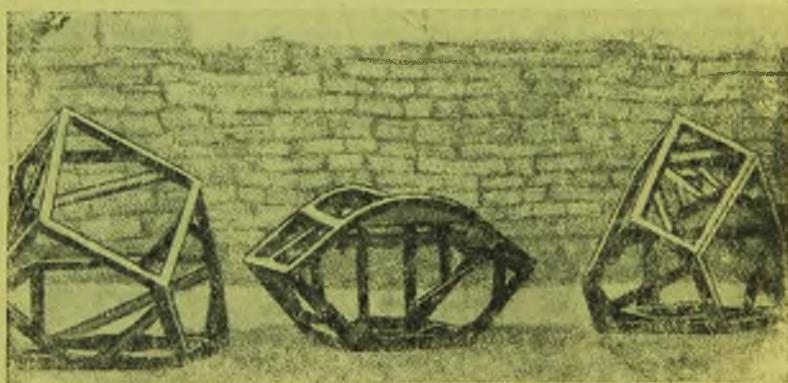


Фиг. 119а

Для изготовления облицовки сводов необходимо на деревянном помосте (плазе) вычертить свод в натуральную величину (с приданием своду строительного подъема) и нанести разрезку, затем снять с этого чертежа шаблоны и выдать в карьер для заготовки камней.

4. Инструменты и приспособления при укладке облицовки

Облицовочные камни изготавливаются в карьерах на месте разработки и доставляются на постройку в готовом виде. Однако вследствие того, что в дороге камни могут пострадать и некоторые из них могут прибыть на постройку с отбитыми углами и кромками и в карьере могут быть допущены неточности при изготовлении камней, на постройке приходится производить дополнительную теску и исправление камней, заготовленных в карьере.

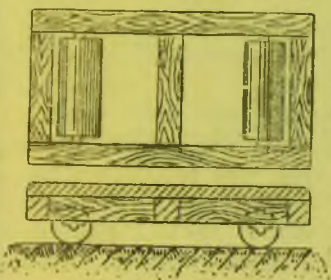


Фиг. 119б

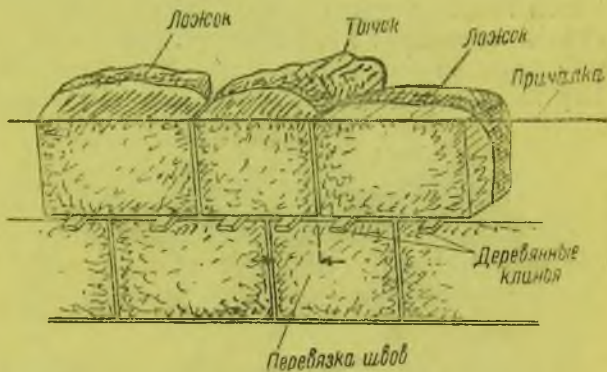
Поэтому при установке и подливке облицовки необходимо иметь инструменты, которые применяются при теске штучных камней в карьере. Подвозка облицовочных камней со склада к месту укладки

производится большей частью по узкоколейным путям или на баржах, если опора моста, подлежащая облицовке, находится в русле реки.

На место установки облицовочные камни поднимаются при помощи укосины и других кранов, которыми обслуживаются каменные работы. Горизонтальная развозка камня по сооружению, от момента спуска его краном до момента укладки его в дело, производится медведками (фиг. 120). Для облегчения движения по неровной поверхности кладки под колеса медведки подкладывают катальные доски. Медведку тянут при помощи каната, поддерживая ее с боков и помогая движению ломами.



Фиг. 120



Фиг. 121

Установка облицовки производится с подмостей легкого типа, так как они поддерживают только рабочих, занятых на установке камня на место.

5. Установка и подливка облицовки

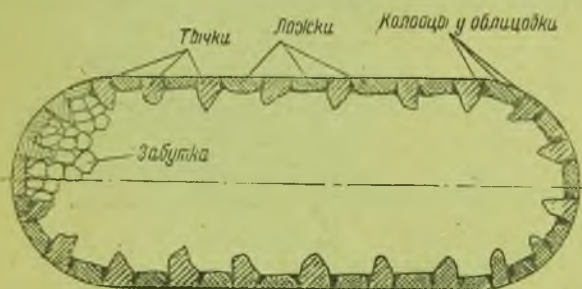
Установка и подливка облицовки производятся обычно звеном в составе 2 каменщиков-гранитчиков. Состав работы звена следующий: а) передвижка камня в пределах рабочего места на расстояние до 1,5 м; б) установка камня на клинья с выверкой по шнуру отвеса и уровню; в) промывка швов и конопатка швов; г) заливка швов готовым раствором; д) расшивка швов с убором клиньев.

К звену добавляются еще подсобные рабочие для доставки раствора и облицовочного камня от места подъема до места укладки. Для правки облицовки во время ее укладки к звену каменщиков добавляют каменотеса.

Установка начинается с натягивания причалки над верхней кромкой будущего ряда по наружной грани камней. Затем камни устанавливаются без раствора. При этом ложки чередуют с тычками, соблюдая перевязку швов с нижележащим рядом (не менее 10 см.) Сначала камни устанавливают на деревянные клинья, которыми обеспечивается требуемая толщина шва. Хвостовые части камней подклиниваются камнями для того, чтобы наверх лежащие камни лежали плотно и не качались (фиг. 121).

Так как камни по длине ряда подобрать трудно, то при смыкании версты приходится отесывать камни точно по мерке, что и делается каменотесом. Когда ряд наведен полностью, начинается забутка его каменной кладкой (фиг. 122); однако у заусенков оставляются небольшие колодцы, служащие для подливки установленных камней. Затем те же каменщики начинают подливку облицовки. До этого производится осмотр колодцев и удаление из них всего того, что мешает подливке.

Для подливки облицовки можно применить еще следующий прием. Когда ряд наведен насухо, камни поочередно приподнимают с хвоста, но так, чтобы нижний лицевой край оставался на месте — на клиньях. Затем под нижнюю постель камня набрасывают слой цементного раствора состава 1 : 2, разравнивают его мастерком и опускают камень на прежнее место в густой раствор, который плотно заполняет шов. Вертикальные колодцы между камнями заливаются жидким раствором



Фиг. 122

после забутки. Этот способ имеет преимущество перед способом чистой подливки облицовки в том, что имеется полная уверенность в хорошем заполнении раствором всех пустот. При чистой подливке облицовки под нижней постелью могут оставаться не заполненные раство-

ром пустоты, особенно если в нижней постели имеются глубокие впадины. Для предотвращения этого нужно так укладывать облицовку, чтобы камень, имеющий постель с впадиной, ложился этой постелью вверх. Подливку камня нужно производить по влажной поверхности, так как растекание раствора по влажной поверхности лучше, чем по сухой.

Способ подливки облицовки с кантовкой камней имеет ряд недостатков: а) сбивается верста; б) самая подливка требует больше времени, чем обычная подливка.

До установки нового ряда нужно тщательно заколоть верх установленного ряда по причалке и ликвидировать этим неточности установки и изготовления облицовки. Это делается каменотесом, который обслуживает кладку.

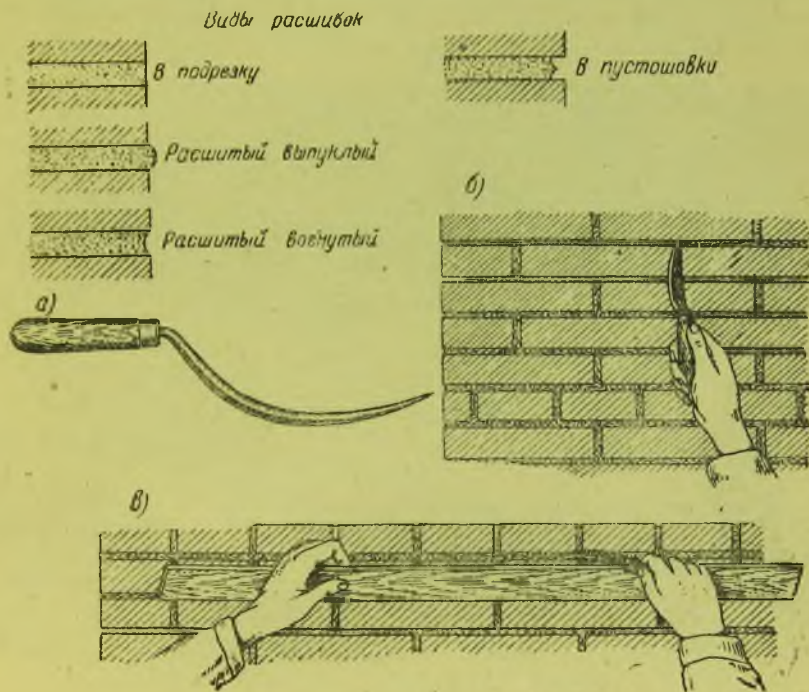
Кроме этого, делается проверка проектного положения установленного ряда и толщины швов по постелям и заусенкам.

Техническими условиями НКПС допуски в отношении толщины швов установлены ± 2 мм. Допуски в отношении правильной установки кромок назначены в размере ± 10 мм, при относительном смещении кромок смежных камней — не более 2 мм.

После окончания сооружения швы установленной облицовки расширяются. Перед расшивкой должны быть удалены деревянные клинья и заполняющая швы конопатка. Клинья следует удалять через

сутки после подливки, иначе дерево разбухнет от сырости и клинья будет трудно вынуть из швов. После удаления конопатки швы расчищаются, а лицевые поверхности камня тщательно очищаются от потеков цементного раствора проволоочными щетками. При этой очистке камни промывают раствором соляной кислоты, растворяющей цемент. Соляная кислота затем должна быть тщательно удалена с поверхности облицовки промывкой водой из брандспойта.

Расшивка производится чистым цементным раствором при помощи специального инструмента — расшивки (фиг. 123). Перед



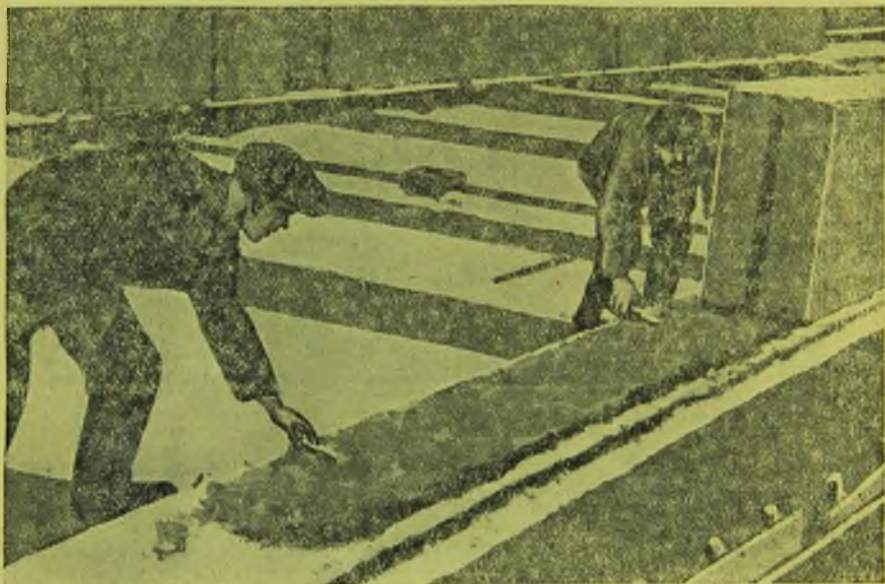
расшивкой швы должны быть смочены водой. Швы должны быть сделаны вогнутого типа. Глубина швов должна быть: при облицовке грубым приколом и в ленту 10 мм и при облицовке камнем чистой тески 6 мм.

§ 18. КЛАДКА ИЗ КРУПНЫХ БЛОКОВ

На скоростных стройках искусственных сооружений фундаменты мостовых опор и труб, тело опор мостов выше обреза фундамента, оголовки труб расчленяются на крупные части (блоки) весом до 5 т в зависимости от подъемной силы имеющегося в распоряжении строительства крана. Блоки заготавливаются на строительном дворе для целой группы сооружений и развозятся в готовом виде

на места, где из блоков собирается сооружение, причем при укладке их в дело блоки поднимаются подъемным краном.

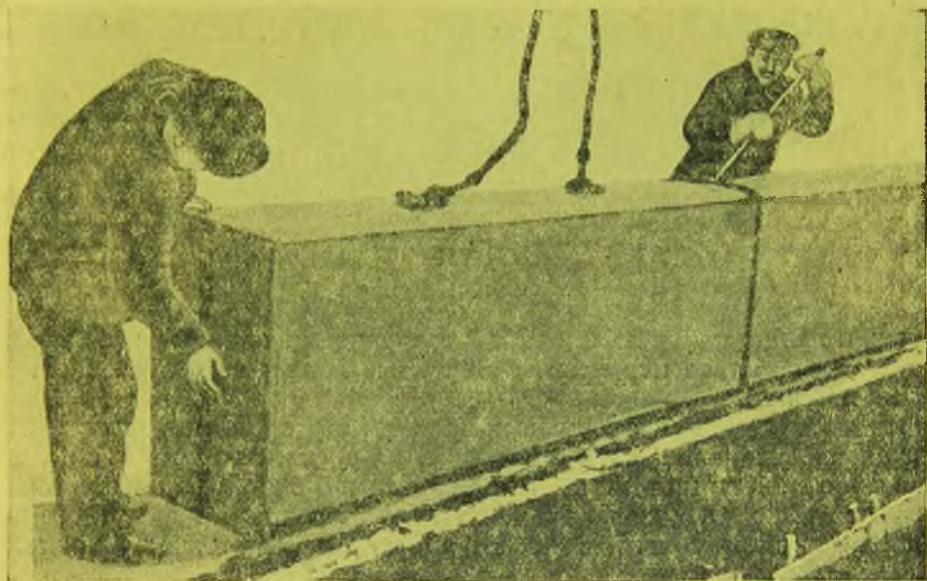
Производится это следующим образом: крановщик, управляющий краном, опускает крюк крана для подъема нужного блока, а талейщик, обслуживающий кран, зацепляет крюк крана при помощи строп (короткие куски стального троса) за петли из круглой стали, заделанные в блок. По команде крановщик поднимает блок и подводит его к месту на 2—3 м выше укладки. Окончательно устанавливают блоки каменщики, направляя блок на предварительно подготовленное место — постель из раствора (фиг. 124а и 124б). Постель каменщики готовят до укладки блока, разравнивая цементный



Фиг. 124а

раствор слоем на 1 см выше толщины шва. Раствор разравнивается так, чтобы он не доходил до края блока на 2 см. Под постель укладывают заранее приготовленные сухари из цементного раствора, причем толщина их делается равной толщине шва. Размеры сухарей обычно принимаются 4×4 см. Если блоки выходят на наружную поверхность стены, то по лицевому шву укладывают деревянные клинья. Для образования вертикального поперечного шва каменщики наносят на вертикальную грань ранее уложенного блока у обоих вертикальных ребер два «червяка» (слоя раствора) шириной примерно 2 см, а затем каменщики опускают блок на сухари или клинья. До отцепки блока проверяют правильность укладки его по шнуру и отвесу, подвигая блок в случае надобности ломиком по сухарям и клиням. Точная проверка положения блока производится после отцепки от крюка крана уровнем, причалкой и отвесом. При этом клинья постепенно выбивают и доводят выступ их до проектной толщины шва.

Окончательно клинья удаляют на второй-третий день после укладки блока. Вертикальные швы, огражденные по краям червяками из раствора, заливают сверху жидким раствором, когда заканчивают укладку ряда блоков.



Фиг. 1246

§ 19. КИРПИЧНАЯ КЛАДКА

1. Общие понятия и разрезка кирпичной кладки

Кирпичная кладка применяется в настоящее время только при ремонте старых кирпичных искусственных сооружений; новые искусственные сооружения из кирпича не строятся. Ниже даются только самые первоначальные понятия по производству кирпичной кладки.

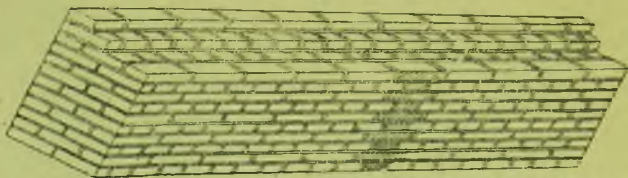
В отличие от жилищного и промышленного строительства, где применяются разнообразные растворы для кирпичной кладки: известковые, смешанные, цементные, при кладке искусственных сооружений применяется исключительно цементный раствор состава 1 : 3 и 1 : 4.

Укладка кирпича ведется большей частью плашмя, что создает наибольшую устойчивость и наилучшую перевязку швов. В сводах, а иногда в карнизах кирпич укладывается на ребро.

Правильная форма кирпича позволяет производить укладку кирпича правильными рядами и осуществлять перевязку по продольным и поперечным швам кирпичной кладки. В отличие от каменной кладки

с облицовкой, где в одном ряду ложки чередуются с тычками, при производстве кирпичной кладки (в наиболее распространенных системах кладки) кирпич укладывается ложком или тычком в целом ряду, т. е. чередуются ложковые и тычковые ряды.

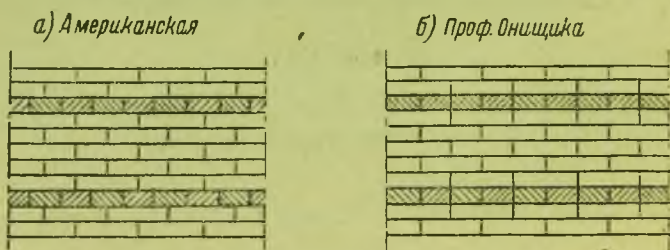
Таким способом получается так называемая *цепная система* кладки (фиг. 125) — одна из распространенных систем кладок в жилищном и промышленном строительстве. Ее можно рекомен-



Фиг. 125

довать и для кладки искусственных сооружений, так как в этой кладке достигается полное перекрытие швов, что делает ее безусловно наиболее прочной.

Из других систем кладки в жилищном строительстве имеют большое распространение *американская система* и *система проф. Онищика*. В американской системе 5 слоев кладки делаются только ложковыми и шестой слой тычковый, перекрывающий ложковые слои (фиг. 126, а). В американской кладке продоль-



Примечание: Тычковые ряды заштрихованы

Фиг. 126

ные швы оставляются пустыми, без раствора. В системе кладки проф. Онищика, так же как в американской кладке, пять слоев кладки делаются ложковыми и шестой ряд тычковый, причем в отличие от американской кладки допускаются неперекрываемые вертикальные швы (фиг. 126, б).

Эти системы не могут быть рекомендованы для кладки искусственных сооружений как менее прочные по сравнению с цепной кладкой.

При кладке искусственных сооружений безусловно нельзя оставлять незаполненными продольные швы. В цепной кладке для перекрывания швов необходимо сдвинуть швы одного ряда относительно другого на $\frac{1}{4}$ кирпича. Такое смещение достигается тем, что у начала стены, т. е. у углов, в ложковых рядах

вместо полномерного ложка кладут ложок в $\frac{3}{4}$ кирпича. В этом заключается основное правило цепной кладки. Приведенная система перевязки швов относится к лицевой поверхности кладки. Кирпич во внутренних рядах укладывается по-иному. Поясним это примером.

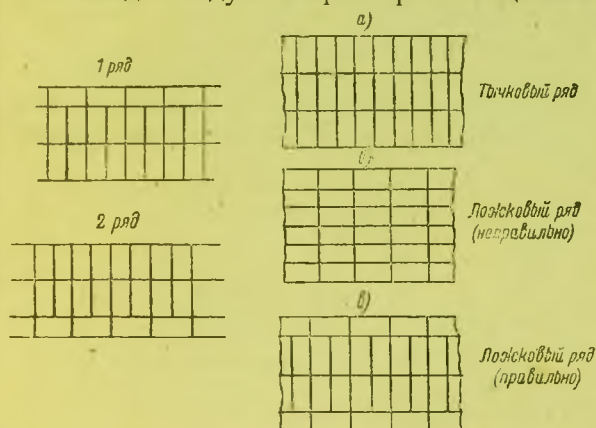
Положим, что нужно уложить стену в 3 кирпича (фиг. 127, а). Если в тычковом ряду уложить все кирпичи тычком, а в ложковом ряду все кирпичи ложком, то два внутренних продольных шва, параллельные лицевой поверхности стены, будут не перевязаны. Кроме того, в ложковом ряду получается 5 продольных внутренних швов, параллельных лицевой поверхности стены (фиг. 127, б). Эти швы в кирпичной кладке следует признать более опасными, чем поперечные швы, так как расслоение стены по ширине более возможно, чем по ее длине.

Отсюда следует второе правило цепной кладки: надо всегда стараться класть кирпичи в кладке тычком внутрь стены.

Если применить это правило к рассматриваемому примеру стены в 3 кирпича и постараться перевязать два продольных шва в тычковом ряду, то в новом ряду нужно образовать продольный шов на середине стены, уложив от него в обе стороны тычки.

Тогда разрезка второго

ряда будет такой, какой она показана на фиг. 127, в. Следуя этому правилу, можно сделать правильную разрезку стены в 2,5 кирпича (фиг. 127, слева).

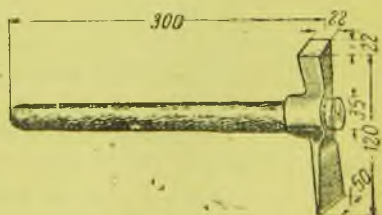


Фиг. 127

2. Инструменты, приспособления и приемы кирпичной кладки

Инструменты и приспособления для кирпичной кладки применяются те же, что и для каменной кладки. Добавлением к ним является только молоток-кирочка (фиг. 128), который служит для колки кирпича и который не применяется при каменной кладке.

Кладка кирпича ведется рабочими, объединенными в звенья. В большинстве случаев звено состоит из двух каменщиков (двойка). В этом звене один из каменщиков является опытным каменщиком, а второй — подручным. Опытный каменщик выполняет ответственную работу при кладке, а именно:



Фиг. 128

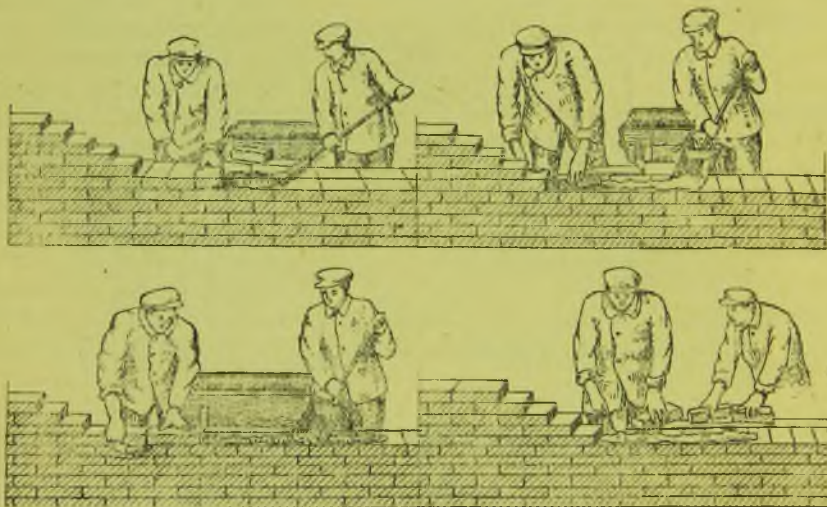
он укладывает кирпич и ведет проверку кладки; подручный перелопачивает раствор, подает кирпич от рабочего места на кладку, переставляет совместно с первым причалки, производит забутовку.

Каждой двойке при больших работах, когда ставятся на кладку несколько звеньев, отводится делянка длиной 10 — 12 м и не менее



Фиг. 129

6 м. Работа начинается с выкладки по границам делянки двух маячных штраб на высоту 5 — 6 рядов кирпича (фиг. 129). Кладка маячных штраб производится тщательно, причем каждый ряд проверяется по высоте по порядовке, а горизонтальность ряда проверяется по уровню. Когда штрабы выложены, натягивается причалка по верху первого ряда кладки и начинается кладка наружной версты этого ряда. Перед



Фиг. 130

началом этой кладки по внутреннему краю стены накладывают 10 — 20 кирпичей, затем подручный расстиляет раствор для версты на 4 — 6 кирпичей. Каменщик берет разложенные кирпичи и укладывает их в версту на раствор, подручный же подкладывает каменщику новые кирпичи и расстиляет новые порции раствора (фиг. 130). Когда сделана наружная верста между маячными штрабами, причалка переставляется на второй ряд, а каменщики приступают к кладке внутренней версты (если она требуется), причем они идут вдоль стены уже в обратном направлении. При кладке внутренней версты причалка

натягивается через 3 — 4 ряда по высоте. По выкладке наружной и внутренней верст каменщик совместно с подручным производят забутку стены между выложенными верстами. Затем приступают к выкладке наружной версты второго ряда и т. д., пока кладка не будет возведена на высоту выложенной маячной штрабы, после чего снова начинают выкладку маячных штраб, причем выведенную кладку тщательно проверяют по отвесу.

Собственно укладка кирпича состоит из двух операций:

1) из расстилки раствора и подготовки горизонтального шва и

2) из укладки кирпича и образования вертикального шва.

Расстилка раствора и подготовка горизонтального шва делаются одинаково как для версты, так и для забутки; способы же укладки кирпича разнятся в зависимости от места укладки.

Главнейшие способы укладки кирпича в версту следующие: 1) «вприсык», 2) «вприжим».

Укладка кирпича в забутку производится способом «на раствор».

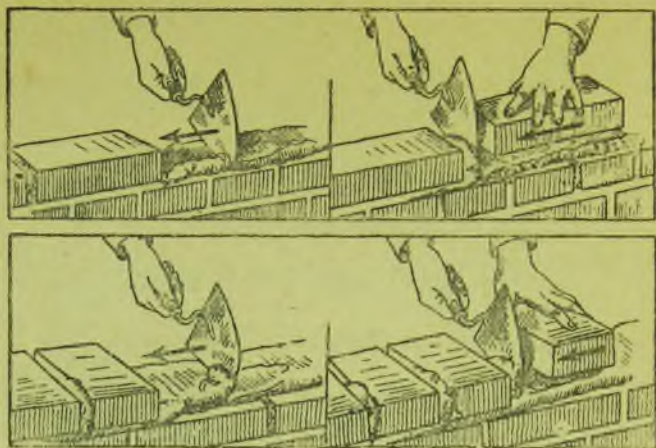
Способ кладки вприсык (фиг. 131) заключается в том, что каменщик берет кирпич левой или правой рукой, смотря по ходу кладки, держит его наклонно и нижним краем загребает часть ранее разостланного раствора, постепенно выпрямляет кирпич, приближая его к ранее уложенному кирпичу и к постели. Поднявшийся раствор образует вертикальный шов. После этого укладываемый кирпич осаживается нажимом руки до высоты, указываемой причалкой.

Кладка вприжим (фиг. 132) состоит в том, что каменщик, держа кирпич в левой руке, приближает его к прежде уложенному кирпичу и одновременно правой рукой при помощи кельмы сгребает из грядки уложенного раствора необходимое его количество к грани уложенного кирпича, а затем, вынув кельму, прижимает к нему укладываемый кирпич. В момент прижатия каменщик осаживает кирпич и доводит толщину шва до требуемого размера.

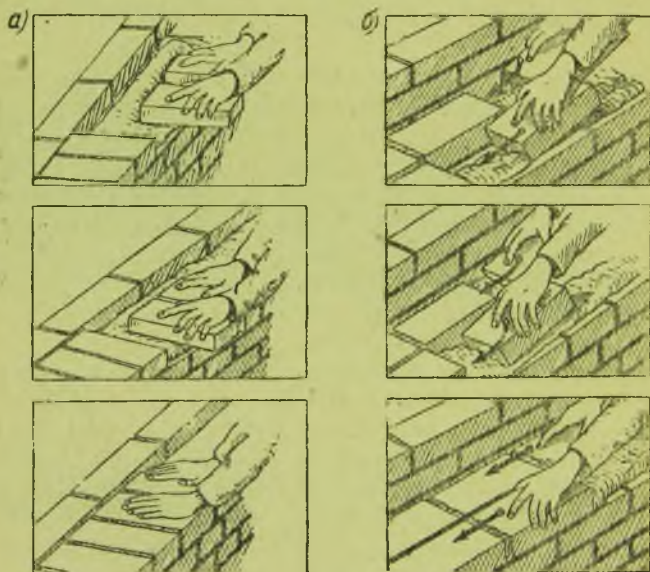
В забутку кирпич укладывается обычно парами на разостланный раствор; продвигая кирпич вниз, в сторону и вперед, заполняют вертикальные швы (фиг. 133).



Фиг. 131



Фиг. 132



Фиг. 133

ГЛАВА ПЯТАЯ БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ РАБОТЫ

§ 20. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

1. Понятие о бетоне

Бетоном называется каменный материал, приготовляемый на строительстве из смеси: вяжущего вещества, воды и заполнителей. Эта смесь до укладки ее в сооружение называется бетоном.

ной смесью. Когда бетонная смесь уложена в сооружение и уплотнена, вяжущее вещество начинает твердеть и несвязанный материал превращается постепенно в камень.

В качестве вяжущего вещества на постройке искусственных сооружений применяется портланд-цемент или пуццолановый портланд-цемент.

Когда и в каких частях искусственных сооружений следует применять тот или иной сорт цемента, указано выше.

Заполнители в бетоне применяются одновременно двух видов: а) мелкий заполнитель — песок и б) крупный заполнитель — гравий или щебень.

Техническое значение заполнителей заключается в повышении прочности бетона и в создании в бетоне жесткого скелета, который препятствует уменьшению объема бетона при твердении вяжущего вещества, т. е. заполнители уменьшают усадку бетона, которая при неблагоприятных условиях твердения и неудачном составе бетона может повести к образованию трещин в бетоне.

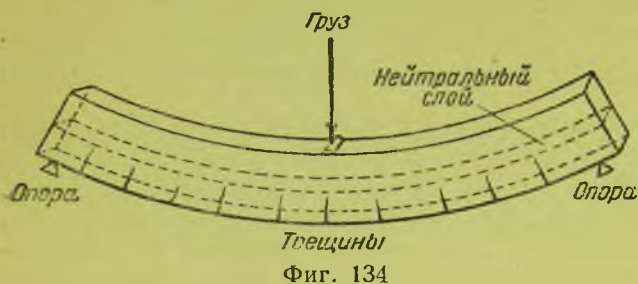
Экономическое значение заполнителей заключается в понижении стоимости бетона, так как они являются более дешевыми материалами, чем цемент. Вода в бетоне необходима для твердения вяжущего вещества и для придания бетонной смеси подвижности, требуемой при укладке ее в сооружение.

Бетонная смесь готовится на строительстве путем смешивания вручную или механизированным путем составных частей бетона в строго определенной пропорции. После смешения бетонная смесь перевозится от места ее приготовления к сооружению, где и укладывается слоями в заранее подготовленные формы, которые соответствуют форме и размерам возводимого сооружения. Укладываемые слои бетонной смеси уплотняются трамбованием; подвижная масса бетона под влиянием трамбования плотно заполняет формы возводимого сооружения. После затвердения бетона получается монолитное сооружение, как бы сделанное из одного большого камня или из нескольких крупных кусков в зависимости от проекта сооружения. Бетон как строительный материал имеет весьма ценные свойства. Ему можно по желанию придавать самые разнообразные свойства, давать ту или иную прочность, сообразно предъявляемым к сооружению требованиям придавать сложные формы, которые трудно сделать из камня, усиливать металлическими стержнями (арматурой) и получать новый ценный составной материал — железобетон. Наконец, при применении бетона для строительства процессы его приготовления, транспортирования, укладки можно в очень высокой степени механизировать, что, с одной стороны, ускоряет возведение сооружений, а с другой стороны, уменьшает расход рабочей силы на единицу объема кладки бетона.

Эти ценные свойства обеспечили бетону и железобетону широкое применение при строительстве всякого рода сооружений и в частности искусственных сооружений.

2. Понятие о железобетоне

Если изготовить из бетона прямоугольную балку, положить ее на две опоры и начать изгибать грузом (прессом, домкратом и т. п.), приложенным в середине пролета, то при достаточной величине груза в нижней части балки начнут появляться трещины, которые при увеличении груза приведут балку к разрушению (фиг. 134).



При изгибе балки верхние слои ее укорачиваются, а нижние удлиняются. Граница между сжатыми и растянутыми слоями балки лежит по некоторому слою, ко-

торый ни укорачивается, ни удлиняется и называется нейтральным слоем.

Удлинение нижних слоев балки и укорочение верхних можно наглядно воспроизвести, если изгибать деревянный брусок с прорезями (фиг. 135). При достаточном прогибе бруска можно наблюдать некоторое закрытие верхних прорезей и раскрытие нижних.

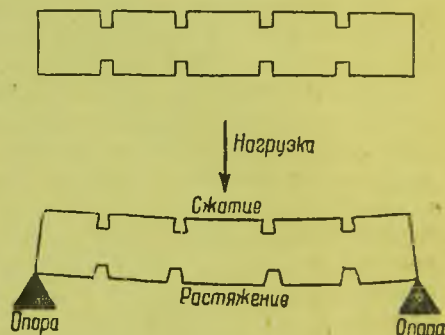
Опыт с изгибом бетонной балки показывает, что бетон плохо сопротивляется растяжению, так как трещины появляются в зоне растянутых слоев.

Лабораторными опытами установлено, что сопротивление бетона растяжению в 10 — 15 раз меньше, чем его сопротивление сжатию.

Чтобы усилить бетон, те части, которые работают на растяжение, усиливают круглыми металлическими стержнями, так как сталь хорошо сопротивляется растяжению.

Эти стальные стержни называются главной или продольной арматурой (фиг. 136). Для лучшей работы и более равномерного распределения усилий между отдельными стержнями главной арматуры ставится поперечная, или распределительная, арматура. Вся арматура заделывается в бетон. Слой бетона ниже поверхности главной арматуры называется защитным слоем.

Основным условием совместной работы арматуры и бетона является наличие сцепления между бетоном и арматурой. Это сцепление не должно расстраиваться с течением времени. Степень сцепления



Фиг. 135

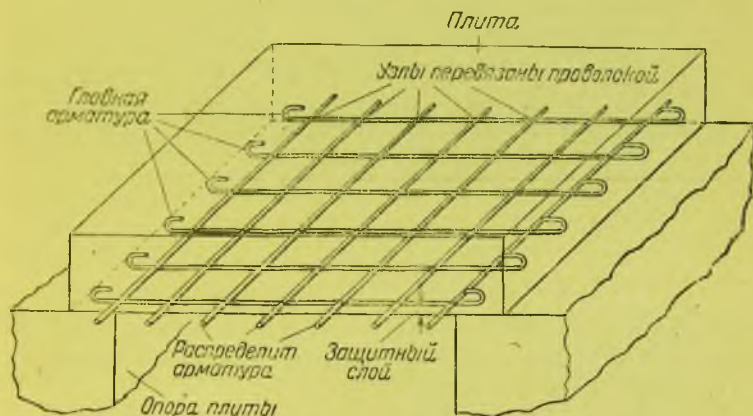
зависит от прочности бетона, величины поверхности сцепления и качества заделки стержней в бетоне.

Бетон в железобетонных сооружениях применяют более прочный, чем в чисто бетонных сооружениях.

С целью увеличения поверхности сцепления арматуры с бетоном применяют круглую, сравнительно тонкую сталь (диаметром от 5 до 38 мм), имеющую большую поверхность, чем толстая¹.

Концы стержней арматуры загибаются крючками, что повышает степень заделки стержней в бетоне.

При укладке и трамбовании бетона нужно добиваться плотного облегания бетоном стержней арматуры, так как неплотное облегание и наличие пустот внутри бетона уменьшают сцепление арматуры с бетоном и делают всю конструкцию непрочной.



Фиг. 136

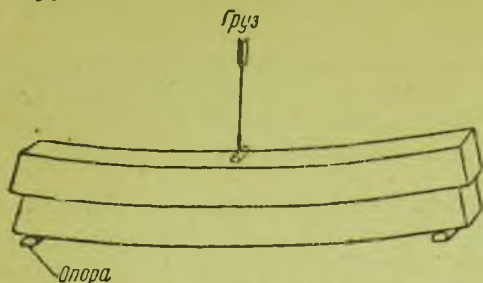
Для того чтобы сцепление не расстраивалось с течением времени, необходимо составные материалы подобрать так, чтобы их температурный коэффициент линейного расширения был одинаков. В железобетоне это условие соблюдено, так как бетон и сталь имеют почти одинаковый коэффициент линейного расширения, а потому связь между ними не расстраивается при изменениях температуры.

Кроме указанной выше арматуры, главной и распределительной, в высоких конструкциях ставят еще так называемые *хомуты*.

При изгибе балки отдельные слои ее стремятся сдвинуться один по отношению к другому. Это наглядно можно воспроизвести, если взять два одинаковых деревянных бруска, положить их один на другой, образовать балку и начать эту балку изгибать (фиг. 137). В результате изгиба бруски сдвинутся один по отношению к другому. Для лучшего сопротивления скольжению слоев балки ставятся хомуты или скобы (фиг. 138).

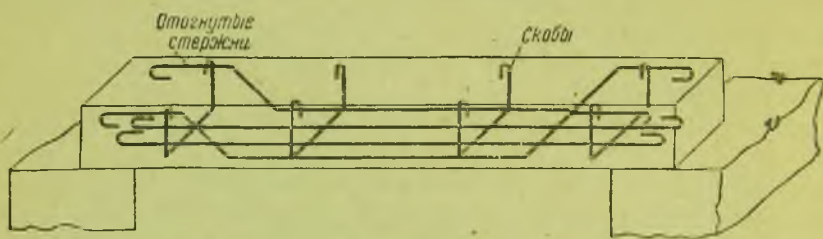
¹ В последнее время для увеличения сцепления стали с бетоном предложено применять особую сталь с разного рода выступами на поверхности.

Стальная арматура, поставленная в сжатых зонах⁷ бетонной конструкции, также увеличивает прочность последней. Поэтому арматуру ставят в колоннах, сжатых частях балок (при недостаточной высоте балки и в сводах) (фиг. 139).



Фиг. 137

Арматура в железобетонном сооружении представляет сложную систему прямых и изогнутых стержней. Размещение арматуры и подбор диаметра ее назначаются проектом на основании расчета прочности сооружения.



Фиг. 138

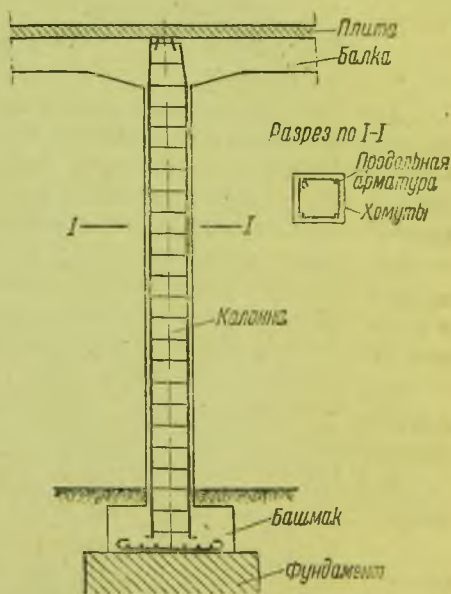
При постройке железобетонного сооружения нужно предварительно заготовить арматуру; диаметры стержней и их формы должны соответствовать чертежам; они должны быть установлены в сооружение в строго определенных проектом местах.

При бетонировании нужно наблюдать, чтобы арматура не была сдвинута с места, сбита, погнута или повреждена каким-нибудь образом.

3. Прочность (марка) бетона

Бетонная смесь, уложенная в сооружение, в результате взаимодействия воды и цемента начинает постепенно твердеть и с течением времени превращается в прочный искусственный камень.

Твердению бетонной смеси предшествует схватывание цемента, входящего как составная часть в бетон. Во время схватывания цементное тесто бетона начинает твердеть, но прочность его еще очень



Фиг. 139

незначительна. Схватывание цемента начинается обычно через 1 — 2 часа после затворения бетона, а заканчивается через 5 — 8 час., когда бетон по всей его толще обращается в сравнительно жесткое тело.

Твердение продолжается очень долгое время, и прочность бетонного сооружения увеличивается в течение ряда лет.

Наиболее сильное нарастание прочности наблюдается в первые 7 — 10 дней, в течение которых бетон достигает уже 75% 28-дневной прочности.

Для успешного протекания процесса твердения бетон должен находиться в благоприятных условиях, а именно в теплой и влажной среде.

Нормальной температурой для твердения бетона является температура 15 — 20° выше нуля. При понижении температуры твердение бетона замедляется и, наконец, при температуре +2° и ниже твердение почти прекращается вовсе.

Бетон может твердеть и под водой. При твердении под водой прочность бетона получается такая же, как при твердении во влажной среде.

Наоборот, когда бетон находится в сухой среде, через некоторое время после поглощения воды цементом и испарения оставшейся свободной воды твердение бетона прекращается.

Таким образом, для получения доброкачественного бетона ему на строительстве должны быть обеспечены нормальные условия твердения, иначе прочность его не будет соответствовать прочности, показанной на чертежах сооружения и положенной в основу расчета прочности всего сооружения. Эта прочность бетона называется *маркой бетона*.

Проверка прочности укладываемого бетона делается таким образом: на месте работ изготовляют кубики размером 20 × 20 × 20 см; кубики хранятся в течение 28 дней, после чего они раздавливаются в механической лаборатории, чем и определяется величина разрушающего груза. Кубики изготовляются в разборных железных или деревянных формах (фиг. 140).

Полный раздавливающий груз в килограммах, деленный на площадь основания кубика, называется *временным сопротивлением бетона сжатию* и обозначается обыкновенно буквой *R* со значком, показывающим срок испытания бетона.

Например, $R_{28} = 170 \text{ кг/см}^2$ обозначает временное сопротивление сжатию бетона в возрасте 28 дней, равное 170 кг на 1 см² основания кубика.

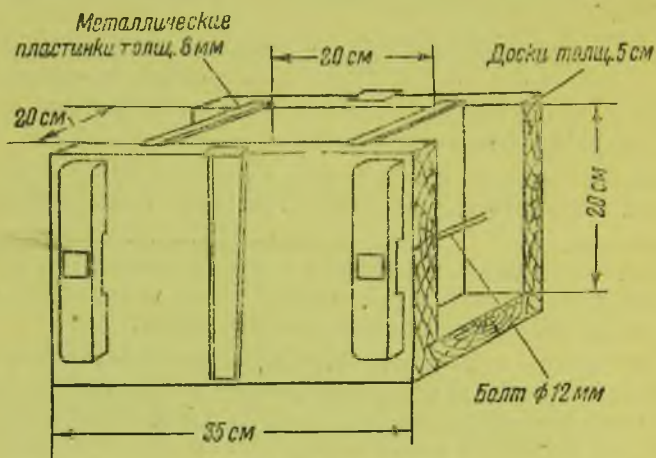
Выбор марки бетона лежит на обязанности проектировщика сооружения и показывается на чертежах проекта сооружения.

На строительстве необходимо обеспечить заданную марку бетона без всяких отступлений в меньшую сторону; отклонения в большую сторону допускаются до 15%, но не более, так как превышение заданной марки вызывает перерасход цемента.

На строительстве получение бетона требуемой марки и возведение сооружения требуемой прочности обеспечиваются следующими мероприятиями:

1) прежде всего строительство дает задание бетонной лаборатории подобрать состав бетона из заготовленных материалов, т. е. указать, сколько цемента, песка, гравия и воды нужно на 1 м^3 бетона; эти данные необходимо строго соблюдать при приготовлении бетона;

2) затем бетон необходимо тщательно уложить в сооружение и хорошо уплотнить его трамбованием;



Фиг. 140

3) после укладки необходимо обеспечить соответствующие условия твердения, т. е. чтобы бетон твердел при нормальной температуре и при твердении поддерживалась необходимая влажность.

Срок получения проектной марки устанавливается строительством в зависимости от условий производства и сроков работ.

Нормальным сроком получения проектной марки считается 28 суток для бетона на портланд-цементе, а для бетона на пуццолановом портланд-цементе — 56 суток.

Сокращение этих сроков допускается лишь в том случае, если требуется более ранняя полная загрузка сооружения или желательно ускорить срок распалубки сооружения.

Техническими условиями на производство бетонных и железобетонных работ установлены следующие марки бетона: 50, 70, 90, 110, 140, 170, 200, 250, 300, 350 кг на 1 см^2 .

Бетон марок 50, 70 и 90 применяется для неответственных сооружений. Для обычных конструкций в гражданском и промышленном строительстве чаще всего применяют марку 110.

Для конструкций с большими нагрузками, например для железнодорожных мостов, применяют высокие марки бетона (от 140 до 350).

4. Подвижность бетонной смеси

При приготовлении бетонной смеси прежде всего должны быть учтены условия производства работ. Важнейшим условием для производства работ является степень подвижности бетонной смеси.

Как показали опыты по раздроблению бетонных кубиков, при одном и том же количестве цемента в кубическом метре бетона наиболее прочным будет бетон, приготовленный с меньшим количеством воды, так называемый жесткий бетон. По внешнему виду бетонная смесь жесткого бетона напоминает влажную землю.

Жесткий бетон можно хорошо укладывать только в крупные, простые по форме сооружения, не снабженные стальной арматурой. Для сооружений с густой арматурой нужно готовить бетонную смесь с большим количеством воды, т. е. применять пластичный бетон. Этот бетон имеет вид густой влажной массы. При одном и том же количестве цемента этот бетон будет менее прочен, чем жесткий бетон. Для того чтобы увеличить прочность пластичного бетона, нужно при его приготовлении увеличить количество цемента в кубическом метре бетона по сравнению с жестким бетоном.

Вообще прочность бетона при одном и том же сроке твердения зависит от двух обстоятельств: а) от марки цемента и б) от водо-цементного отношения. Чем прочнее примененный цемент, т. е. чем выше марка применяемого цемента, тем более высокой будет прочность бетона.

Водо-цементным отношением называется отношение веса воды к весу цемента в свежеприготовленной бетонной смеси. Оно обозначается $\frac{B}{Ц}$. С увеличением $\frac{B}{Ц}$ прочность бетона понижается.

Таким образом, если нужно применить пластичный бетон, в котором количество воды больше, чем в жестком бетоне, то, чтобы сохранить то же водо-цементное отношение, необходимо увеличить количество цемента.

Жесткий бетон, как требующий меньше цемента, чем пластичный бетон при одной и той же прочности, более выгоден для применения, и его следует применять везде, где это возможно.

Нельзя нарушать заданное бетонной лабораторией водо-цементное отношение бетона и, например, приливать к приготовленному бетону воду.

Кроме жесткого и пластичного бетона применяется еще литой бетон. Этот бетон может течь по желобам; он применяется в следующих случаях: а) когда бетон распределяется по сооружению по желобам; б) когда арматура сооружения очень густая и условия бетонирования неудобны; в) для подводного бетонирования.

Определение степени подвижности бетонной смеси на-глаз, по внешнему виду, неточно. Поэтому принято определять подвижность бетонной смеси большим конусом Абрамса (фиг. 96). Жесткий бетон дает осадку конуса, равную нулю, пластичный — от 2 до 18 см и литой — от 18 см и больше.

Степень подвижности бетонной смеси выбирают в зависимости от характера конструкции и способа уплотнения ее при укладке.

Для уплотнения бетонной смеси при укладке применяют или ручное трамбование (для жесткого бетона), или ручное штыкование (для пластичного бетона), или механическое уплотнение — вибрированием.

В табл. 2 приведены данные о необходимой подвижности бетонной смеси в различных конструкциях.

Таблица 2

Назначение бетона	Осадки конуса Абрамса при уплотнении	
	ручным трамбованием или штыкованием в см	вибрированием в см
Для подготовки под фундаменты . . .	2—3	0—1
Для конструкций с редко расположенной арматурой и массивных конструкций (фундаментов, тела опор и т. п.)	3—6	1—3
Для обычных железобетонных конструкций (плит, балок, колонн) при арматуре средней густоты	8—12	3—5
Для тонких стен, колонн и балок малых сечений, а также для конструкций, указанных выше, но при густой арматуре	15—18	5—7

5. Подбор состава бетона

До начала бетонирования всякого сооружения необходимо произвести подбор состава бетона, т. е. установить рецептуру приготовления бетонной смеси из имеющихся на строительстве материалов — цемента, песка и гравия (щебня).

Подбор состава бетона производится полевой бетонной лабораторией, однако основные сведения по подбору состава бетона необходимо знать каждому работающему на бетонных работах.

Подбору состава бетона должно предшествовать обследование заготовленных материалов: а) цемента, б) песка и в) гравия (щебня).

При обследовании цемента должна быть определена его марка и установлен сорт цемента. При обследовании песка и гравия нужно установить, удовлетворяет ли песок и гравий техническим условиям на производство бетонных и железобетонных работ, т. е. ОСТ.

При подборе состава бетона следует обеспечить:

1) получение такого бетона, который давал бы проектную марку в надлежащий срок, равный 28 дням для портланд-цемента и 56 дням для пуццоланового портланд-цемента;

2) получение плотного бетона; плотный бетон характеризуется отсутствием пустот внутри свежееуложенного бетона; от плотности бетона зависят прочность и стойкость его против атмосферных

влияний (если бетон находится на воздухе), стойкость против вымывания водой составных частей цемента (если бетон находится под водой), водонепроницаемость сооружения, предохранение стальной арматуры от ржавления в железобетоне и, сцепление арматуры с бетоном;

3) подвижность бетонной смеси, задаваемую в зависимости от рода конструкции и способа уплотнения бетона;

4) экономное расходование цемента.

Для искусственных сооружений на железнодорожном транспорте расход цемента при ручной укладке должен быть не менее 280 кг на 1 м³ бетона; для случая, когда бетон уплотняется вибрированием,—не менее 260 кг на 1 м³ бетона.

§ 21. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОНА

1. Общие соображения

При приготовлении бетона вручную или механически (в бетономешалках) за один раз перемешивается всегда определенная порция бетонной смеси (замес), объем которой при механическом приготовлении зависит от объема барабана бетономешалки; при ручном приготовлении этот объем назначается на основании данных практики.

На основании выбранного состава бетона должно быть вычислено, сколько материала и воды нужно отмерить для одного объема замеса. Отмеривание материала производят: цемента обязательно по весу с точностью до 2%, песка и гравия по объему с точностью до 3%, воды по объему с точностью до 2%.

В местах приготовления бетона должны быть вывешены таблицы с указанием рецептурыготавливаемого бетона.

Перемешивание составных частей бетона должно производиться, как правило, механически — бетономешалками. Бетон, перемешанный вручную, хуже бетона, перемешанного механически. Применение ручного перемешивания допускается только в следующих случаях:

1) при небольшом объеме бетона на строительстве, не превышающем 75 м³;

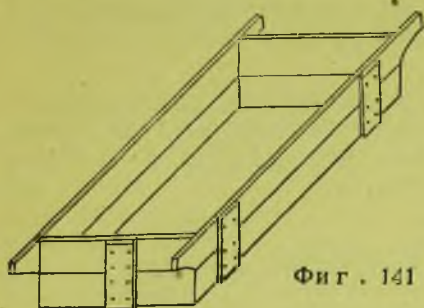
2) для бетона, марка которого не превышает 110 кг на 1 см³.

Совершенно не допускается ручное перемешивание бетона для бетонирования пролетных строений мостов и железобетонных труб, как бы малы ни были объемы этих сооружений. При ручном перемешивании бетона количество цемента в бетоне должно быть увеличено на 10% против заданного при подборе состава.

2. Ручное перемешивание бетона

Ручное перемешивание бетона должно производиться на плотных, не пропускающих воду, горизонтальных деревянных бойках, защищенных от солнца, дождя и ветра. Рядом с бойком строится сарай,

в котором хранится запас цемента. Боек делается из досок толщиной 5,0 — 7,5 см. Примерный размер бойка 4×6 м. Обычно приготавливают порцию бетона, в которой объем гравия или щебня равняется 0,5 или 0,75 м³. Для отмеривания такой порции изготавливают деревянный бездонный ящик (только одни борта) по объему гравия или щебня.



Фиг. 141

Обычно внутренние размеры такого ящика следующие: длина 1,25 м, ширина 1 м, высота для объема 0,5 м³ — 0,4 м, для объема 0,75 м³ — 0,6 м. На фиг. 141 представлена схема такого ящика. Подобный же ящик заготавливают и для песка. Объем этого ящика нужно уже рассчитать на основании заданной бетонной лабораторией подбора состава бетона. Положим, что для 1 м³ бетона согласно заданному подбору идет 0,4 м³ песка

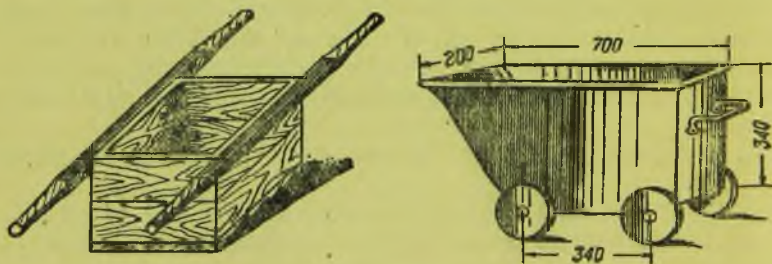
и 0,89 м³ гравия. Тогда для объема гравия 0,5 м³, который принят для замеса, потребуется песка:

$$\frac{0,4 \cdot 0,5}{0,89} = 0,225 \text{ м}^3.$$

Если принять длину бездонного ящика 1 м и высоту 0,3 м, то ширина его должна быть:

$$\frac{0,225}{1 \cdot 0,3} = 0,75 \text{ м}.$$

Цемент отвешивается на десятичных весах. В качестве тары для развески цемента можно сделать деревянный ящик с ручками в виде



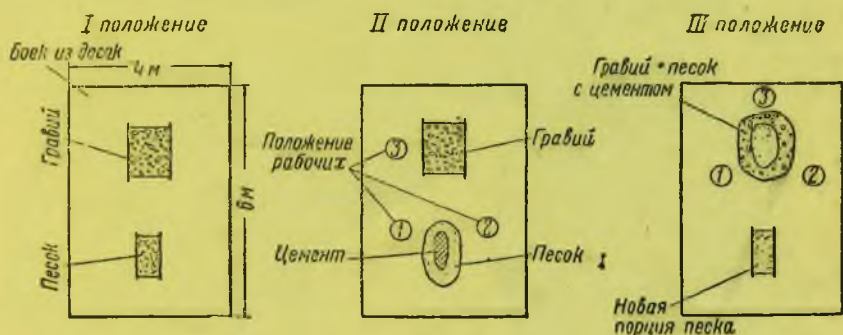
Фиг. 142

носилка, но удобнее для обращения металлический мерник на колесах (фиг. 142). При применении мерника на колесах платформу весов, на которых взвешивается цемент, нужно опустить так, чтобы верх ее был на уровне бойка.

Для воды заготавливаются мерные металлические лейки по типу садовых леек с мелкой сеткой на носке.

Мерные ящики расставляют по концам бойка и их наполняют песком и гравием, которые подвозятся со склада (фиг. 143). По на-

полнении ящиков верх их ровняется рейкой. Затем ящик поднимают с бойка и песок распределяют по помосту овалом. Поверх песка насыпают отвешенную порцию цемента, и двое рабочих начинают перелопачивать (гарцевать) смесь песка и цемента. Перелопачивание производят несколько раз, пока смесь не получит однородного зеленоватого тона. После этого снимают ящик с гравия, распределяют его по помосту овальной кучей, а на верх ее набрасывают смесь цемента с песком и начинают гарцевать гравий со смесью цемента и песка, постепенно приливая воду. На освободившемся от песка месте ставят вновь ящик и заполняют его песком. Когда приготовленный бетон вывезен с бойка, на его месте ставят ящик для гравия и завозят в него гравий. Таким образом, работа идет непрерывно. Для перемешивания бетона нужно поставить 3 — 4 рабочих и, кроме того, отдельных рабочих для подвозки песка и гравия. Число рабочих назначается в зависимости от



Фиг. 143

дальности возки материалов. Для взвешивания цемента и подвозки или подноски его ставят 1 — 2 рабочих (1 рабочий при мернике на колесах, 2 рабочих при носке его в ящике).

На приготовление бетона вручную расходуется много рабочей силы. Даже при близкой доставке материалов на боек (с расстояния до 5 м) одним рабочим готовится за смену $3,4 \text{ м}^3$ жесткого бетона или $4,7 \text{ м}^3$ пластичного бетона, что примерно вдвое меньше, чем при перемешивании бетона механическим путем.

3. Механическое перемешивание бетона

Общие соображения

Механическое перемешивание бетона является более совершенным приемом приготовления бетона, чем ручное перемешивание, вследствие того, что:

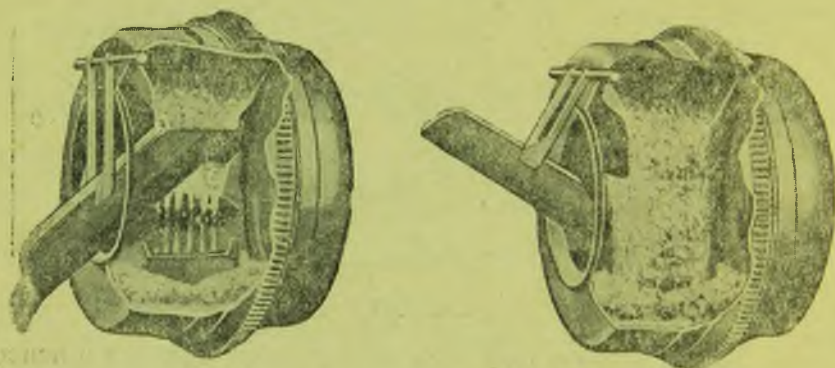
1) бетон получается более однородным и вместе с тем более прочным; результаты раздавливания пробных кубиков из бетона одного и того же состава, но приготовленного вручную и механически, показывают, что бетон, приготовленный механически, обладает большей прочностью (на 20 — 40%), чем перемешанный вручную;

2) работа по перемешиванию производится быстро (при машинном приготовлении бетона на один замес тратится 2 — 3 мин., а при ручном перемешивании 15 — 20 мин.);

3) при больших объемах работ перемешивание, производимое механизированным путем, обходится дешевле ручного перемешивания.

Типы бетономешалок

Перемешивание механическим путем составных частей бетона производится в особых машинах, называемых бетономешалками. Главную часть бетономешалки составляет смесительный барабан. Этот барабан снабжен лопастями, которые прикреплены к внутренним его стенкам и расположены по винтовой линии. При вращении этого барабана составные части бетона и вода переваливаются с одной лопасти на другую и хорошо перемешиваются (фиг. 144).



Фиг. 144

Бетономешалки изготовляются разных типов. В настоящее время заводами Главстроймаша СССР выпускаются следующие бетономешалки:

1) системы Егер — передвижные с загрузочной емкостью барабана в 100, 250, 375 и 500 л;

2) системы Егер — стационарные с загрузочной емкостью барабана в 500 л;

3) системы Рансом — стационарные с загрузочной емкостью барабана в 1000 л;

4) системы Смит — стационарные с загрузочной емкостью барабана в 2200 л.

Главнейшими данными, определяющими характеристику бетономешалки, являются: а) загрузочная емкость смесительного барабана и б) способ загрузки материалов в барабан.

Загрузочная емкость. Смесительный барабан бетономешалок может вместить только определенное количество материала, подлежащего перемешиванию.

По загрузочной емкости смесительного барабана бетономешалки разделяются на:

- 1) бетономешалки малой емкости — 100 — 250 л;
- 2) бетономешалки средней емкости — 375 — 500 л;
- 3) бетономешалки большой емкости — 1 000 — 2 200 л.

Сообразно емкости данной бетономешалки и нужно загружать барабан составными частями бетона. Когда эти материалы поступают в бетономешалку, они занимают объем, почти равный сумме объемов каждого из этих материалов в отдельности. Эта сумма объемов (без объема воды) не должна превышать объема барабана бетономешалки. При перемешивании массы происходит заполнение пустот более мелким материалом, например пустоты в песке заполняются цементом, пустоты гравия — песком. Отношение объема готового бетона к сумме объемов цемента, песка и гравия называется коэффициентом выхода бетона, т. е.

$$\text{Коэффициент выхода бетона} = \frac{\text{Объем готового бетона}}{\text{Объем Ц} + \text{объем П} + \text{Объем Г}}$$

Он колеблется в пределах от 0,55 до 0,7, составляя в среднем 0,65.

Положим, что согласно заданному бетонной лабораторией подбору состава бетона на 1 м³ бетона идет:

Цемент	260 кг
Песка	0,40 м ³
Гравия	0,92 м ³

Для того чтобы определить, какой коэффициент выхода бетона будет получен из заданного состава, нужно прежде всего узнать, какой объем занимают 260 кг цемента. При подсчетах обычно принимают, что 1 м³ цемента в распушенном виде весит 1 300 кг. Тогда цемент будет иметь объем:

$$\frac{260}{1\,300} = 0,2 \text{ м}^3$$

Таким образом, коэффициент выхода данного бетона будет:

$$\frac{1}{0,2 + 0,4 + 0,92} = \frac{1}{1,52} = 0,66.$$

При данном составе бетона для бетономешалки, например, емкостью 250 л на один замес нужно:

цемента $0,25 \cdot 0,2 \cdot 0,66 = 0,033 \text{ м}^3 = 33 \text{ л}$, что соответствует $33 \cdot 1,3 \approx 43 \text{ кг}$;

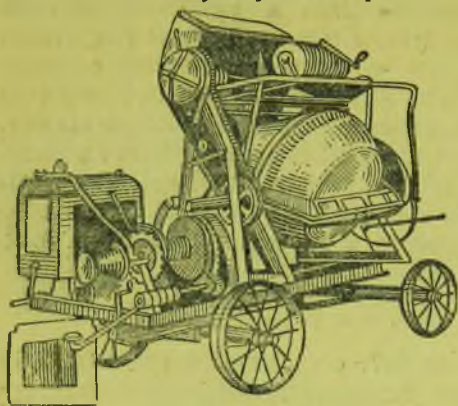
песка $0,25 \cdot 0,4 \cdot 0,66 = 0,066 \text{ м}^3 = 66 \text{ л}$;

гравия $0,25 \cdot 0,92 \cdot 0,66 = 0,151 \text{ м}^3 = 151 \text{ л}$.

Готового же бетона выйдет из одного замеса $0,66 \cdot 250 = 165 \text{ л}$, или для получения 1 м³ бетона нужно сделать шесть замесов.

Способ загрузки материалов. По способу загрузки материалов бетономешалки делятся на ковшевые и бункерные. Ковшевые бетономешалки изготавливаются только малой и средней емкости, бункерные же — большой емкости.

Ковшевые бетономешалки изготавливаются заводами Главстроймаша емкостью 100, 250, 375 и 500 л. Бетономешалка емкостью 375 л представлена на фиг. 145. Смесительный барабан бетономешалок этого типа имеет грушевидную форму с нижним глухим днищем в виде полушария и верхним открытым днищем в виде усеченного конуса. Загрузка материалов производится в открытую часть; отсюда же выбрасывается и готовая смесь. Во время работы смесительный барабан при помощи штурвального колеса может быть повернут своим отверстием в позицию приема материалов из подъемного загрузочного ковша. В ковш материалы загружаются после того, как он опущен на землю. Когда материалы загружены в барабан, опрокидыванием ковша барабан ставят в позицию перемешивания с небольшим наклоном в сторону выгрузки. После перемешивания

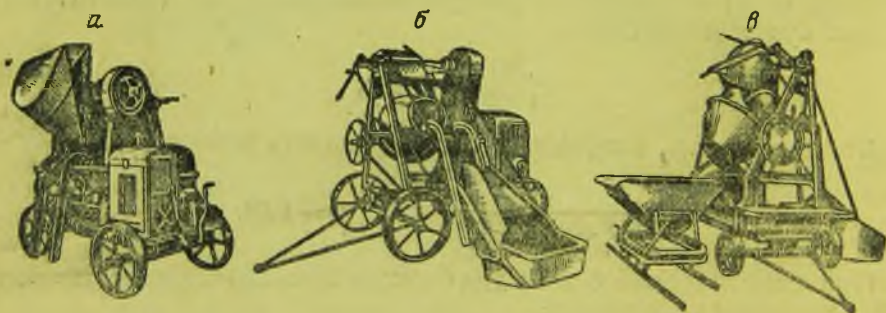


Фиг. 145

смеси барабан опрокидывается в противоположную от ковша сторону и смесь нагружается в подставленную тару.

На фиг. 146 представлена ковшевая бетономешалка в трех ее позициях: *а* — приема, *б* — перемешивания и *в* — выгрузки.

Во время всех этих операций смесительный барабан вращается. При загрузке цемента, песка и гравия из ковша в смесительный



Фиг. 146

барабан туда наливается из бачка определенное количество воды. Бачок укреплен на верху бетономешалки, соединен с водопроводом и автоматически наполняется водой при опорожнении.

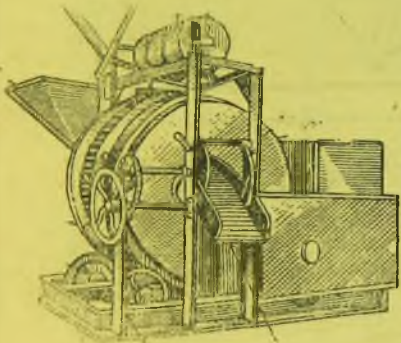
Вращение смесительного барабана и подъем ковша происходят от электромотора или двигателя внутреннего сгорания в зависимости от того, с каким приводом будет бетономешалка. Рама бетономешалки устанавливается на колесный ход для более удобного передвижения. Передвижение на большие расстояния, например от

сооружения к сооружению, осуществляется путем прицепа бетономешалки к тяговой машине (трактору, грузовику).

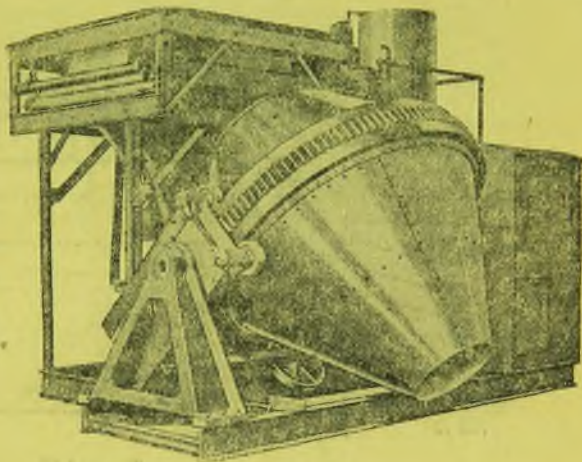
Бункерные бетономешалки. Бункерные бетономешалки выпускаются заводами Главсредмаша двух типов: Рансом и Смит.

Бетономешалка типа Рансом представлена на фиг. 147. Она состоит из цилиндрического смесительного барабана, вращающегося в вертикальной плоскости. Барабан опирается на четыре ролика, установленных на раме. Вращение барабана производится при помощи зубчатого обода, надетого по середине барабана. За обод зацепляется зубчатая шестерня, вращаемая мотором.

Загрузка и разгрузка барабана производятся через отверстия в боковых стенках барабана. Разгрузка осуществляется при помощи особого выпускного лотка. Этот лоток подвешен снаружи так, что



Фиг. 147



Фиг. 148

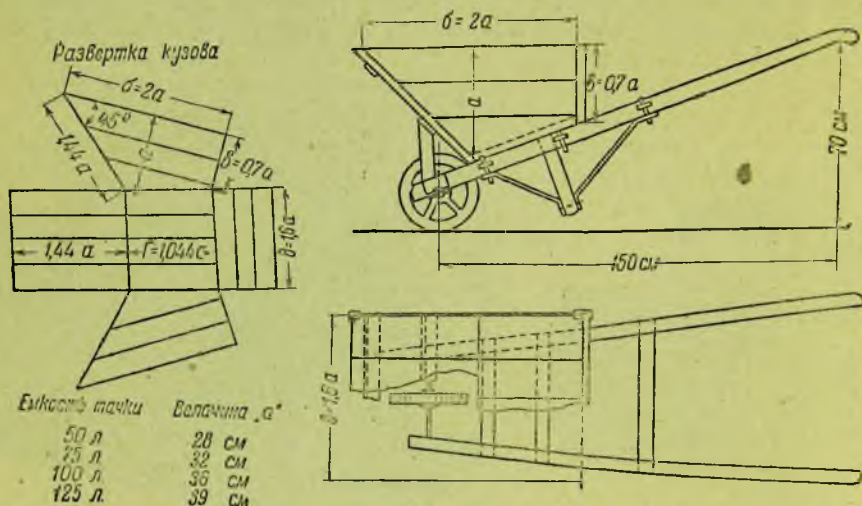
может наклоняться внутрь или в наружную сторону от барабана. При первом положении выгрузки не происходит, при наклоне же лотка в наружную сторону бетонная смесь, попадая на лоток, скользит по нему и вываливается в подставленную под лоток тару. Изменение наклона лотка производится посредством рукоятки. Во время загрузки и выгрузки вращательное движение барабана не приостанавливается. Отмеренные порции цемента, песка и гравия предварительно попадают в металлический бункер, укрепленный на бетономешалке. Выходное отверстие бункера входит в круглый вырез в стенке смесительного барабана. Вверху бетономешалки укреплен бачок для воды.

Бетономешалка типа Смит представлена на фиг. 148. Смесительный барабан этой бетономешалки состоит из двух усеченных конусов, соединенных между собой по широкому основанию. Механизм вращения бетономешалки такой же, как и у бетономешалки типа Рансом. Во время загрузки и перемешивания ось смесительного барабана находится в горизонтальном положении. При выгрузке барабан накло-

няется и перемешанный бетон вываливается в подставленную тару. Наклон барабана в самых больших бетономешалках производится механически от того же двигателя, который приводит во вращение бетономешалку. В меньших бетономешалках наклон барабана производится вручную нажатием на особый рычаг.

Оборудование бетономешалок

Материалы, идущие для приготовления бетона, загружаются в бетономешалки в определенном порядке, а именно: гравий, цемент, песок или первая порция гравия и песка, затем цемент и вторая порция гравия и песка. Пуск воды в барабан начинается одновременно с загрузкой твердых материалов. Отмеривание песка и



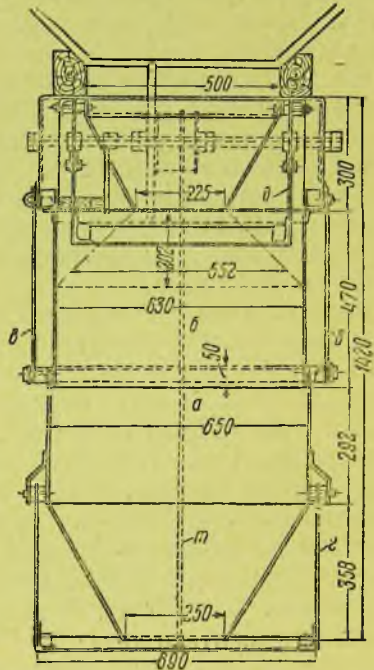
Фиг. 149

гравия при обслуживании ковшевой бетономешалки производится мерными тачками, которыми эти материалы и подвозятся к ковшу бетономешалки.

Цемент подносится в ящиках-носилках или подвозится в мерниках на колесах и высыпается в ковш на гравий, после чего его прикрывают в ковше песком.

Для отмеривания инертных материалов необходимо сделать специальные мерные тачки, объем которых должен соответствовать подбранному составу бетона. Конструкция таких тачек приведена на фиг. 149. Тачку нужно сделать несколько большего объема, чем требуется по дозировке, а точную подгонку объема делать, набивая на скелет кузова нужное количество досок.

Бункерные бетономешалки предназначены для обслуживания крупных строительных объектов с большими объемами бетона. Они устанавливаются на механизированных бетонных заводах. На этих заводах материалы для бетона поступают в бункеры, собственно в один большой бункер, разделенный на три отделения: для цемента, песка и гравия. Под

[illegible]

лических планках *в*. Нижний сосуд в нижнем суженном конце перекрыт затвором *г*. Управление последним производится при помощи закрепленного сбоку верхнего сосуда штурвала *е*, на барабане которого закреплен конец троса *т*, идущего от затвора. Над верхним сосудом помещается загрузочный ковш, выпускное отверстие которого перекрывается также затвором *д*, управляемым рукояткой *к*, посаженной на одну ось со штурвальным колесом. Установка дозатора на нужный объем производится вдвиганием или выдвиганием нижнего сосуда *а* и закреплением его на одном из отверстий соединительных планок *в*.

137

нится, верхний затвор закрывается, а нижний затвор 2 открывается. Таким образом, весь материал из дозатора поступает в бункер бетономешалки. Дозаторы такого типа имеются у бетономешалок емкостью 375, 500 и 1000 л.

Дозатор для цемента дает возможность производить дозировку по весу. Такой дозатор полуавтоматического типа показан на фиг. 151. Дозатор состоит из следующих основных частей: металлического остова, грузоприемных рычагов, соединенных с весовым коромыслом, и весового бункера, подвешенного к грузовым рычагам. Цемент из основного бункера бетонного завода подается в дозатор питателем, который приводится в действие электромотором. Пуск мотора производится нажатием пусковой кнопки; останавливается мотор автоматически.

На длинном плече коромысла нанесена весовая шкала с перемещающейся вдоль нее передвижной гирей, а на коротком плече коромысла помещены установочные грузы и шкала с гирей опережения веса. Назначение этой гири заключается в том, чтобы приводить коромысло в равновесие несколько раньше, чем в дозатор поступит требуемое количество цемента, так как после остановки питателя в дозатор упадет еще находящийся в воздухе столб цемента, дополнив дозу до требуемого веса.

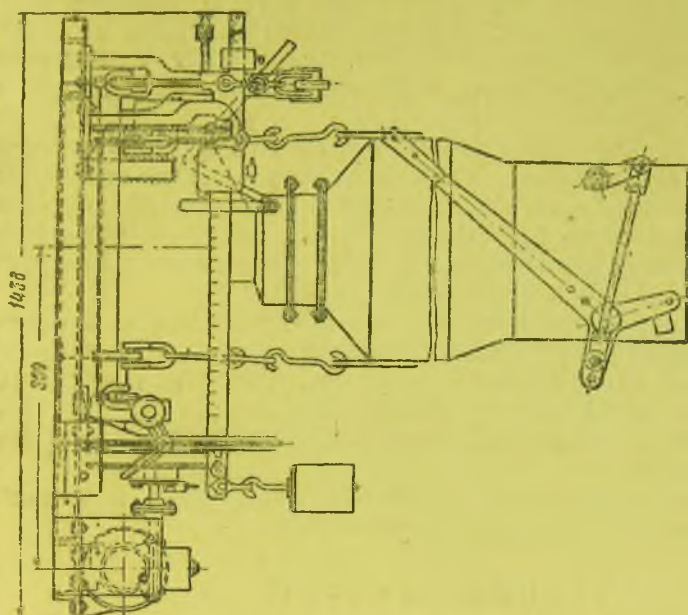
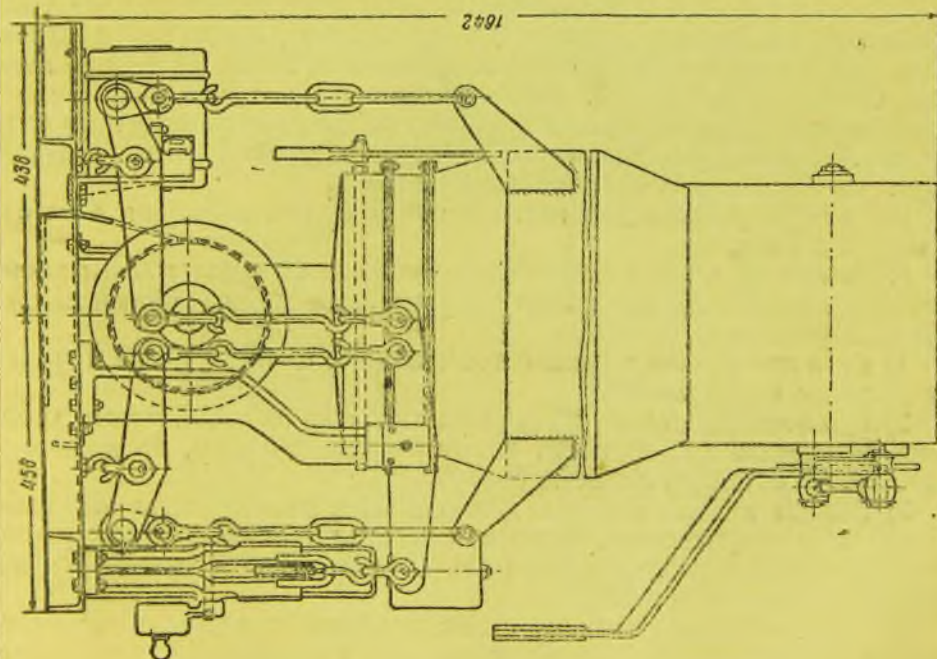
Весь дозатор изготовлен из металла. Нижнее выпускное отверстие его прикрывается откидной заслонкой, открытие и закрытие которой производятся от руки. Для отвешивания определенной дозы цемента устанавливают передвижную гирю коромысла на деление шкалы, отвечающей весу этой дозы. В соответствии с весом цемента, идущего на замес, устанавливается гиря опережения на соответствующем делении шкалы. Когда гири установлены, нажатием пусковой кнопки включают мотор. Питатель приходит в движение, и цемент начинает поступать в весовой бункер. В момент равновесия поднимающийся конец коромысла, действуя на прерыватель тока, останавливает мотор. С остановкой мотора прекращаются вращение питателя и подача цемента в дозатор. Отвешенная порция цемента выпускается из дозатора в бункер бетономешалки поворотом рукоятки весового бункера.

Продолжительность перемешивания и отмеривание воды

Большое значение на прочность бетона оказывает продолжительность перемешивания бетонной смеси в бетономешалках.

Опытами установлено, что с увеличением продолжительности перемешивания в малых и средних бетономешалках (до 1,5 мин.) прочность бетона постепенно увеличивается. Если продолжительность перемешивания больше 1,5 мин., то прочность бетона от этого уже не увеличивается.

Технические требования к производству работ по искусственным сооружениям железнодорожного транспорта устанавливают следующую продолжительность перемешивания для бетономешалок всех емкостей: при пластичности бетонной смеси с осадкой конуса Абрамса



Фиг. 151

3 см и менее — 2 мин.; при пластичности бетонной смеси с осадкой конуса Абрамса 7 см и более — 1,5 мин.

За продолжительностью перемешивания бетона удобнее всего следить по песочным часам, которыми и следует снабжать рабочего, стоящего у штурвала бетономешалки. Для отмеривания воды на бетономешалках имеются мерные водяные бачки, являющиеся одной из конструктивных ее частей.

Установка бачков для воды на тот или иной объем делается работниками бетонной лаборатории, наблюдающими за приготовлением бетона. Эту установку нельзя менять по произволу. Необходимо следить за исправным состоянием мерного бачка на бетономешалке и останавливать действие бетономешалки при обнаружении неисправности бачка впредь до его исправления.

Для хорошего перемешивания бетона в смесительном барабане бетономешалки необходимо барабан содержать в чистоте и предупреждать затвердение бетона между лопастями. Для этого необходимо

- 1) не допускать неполного очищения барабана;
- 2) после каждой смены промывать барабан водой, пуская в него воду вместе с гравием;
- 3) периодически осматривать внутренность барабана и очищать зубилом барабан от схватившихся частей бетона.

Б е т о н н ы е з а в о д ы

Для правильного использования бетономешалок их следует устанавливать по заранее разработанному проекту, с тем чтобы удобно было загружать бетономешалку материалами, а равно отвозить готовый бетон к сооружению. Расположение складов цемента, песка и гравия должно допускать бесперебойное пополнение запасов этих материалов. К месту установки бетономешалки должна быть подведена вода, пригодная для приготовления бетона.

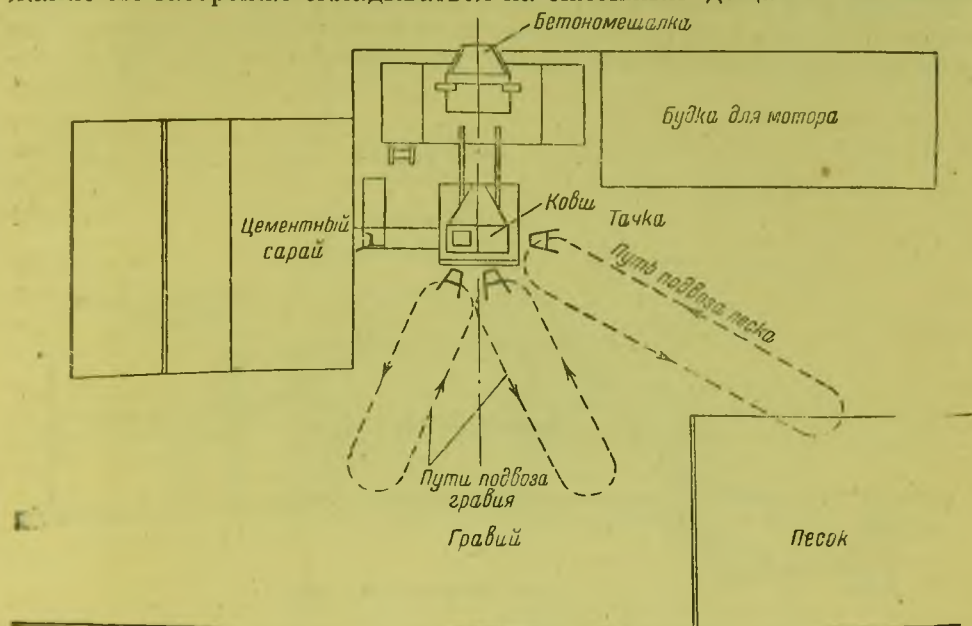
Все эти устройства для приготовления бетона образуют **б е т о н н ы й з а в о д**.

Простейшие, но и наименее совершенные бетонные заводы имеют ковшевые бетономешалки. При их устройстве нужно соблюдать следующие условия:

- 1) пути для подачи в ковш бетономешалки цемента, песка и гравия не должны пересекаться;
- 2) бетономешалка должна быть установлена на такой высоте, чтобы была обеспечена возможность выгрузки бетона в тару, применяемую для отвозки бетонной смеси к сооружению;
- 3) склады гравия и песка должны быть расположены возможно ближе к бетономешалке, причем наиболее близко должен располагаться склад гравия, так как для бетона требуется примерно вдвое больше гравия, чем песка.

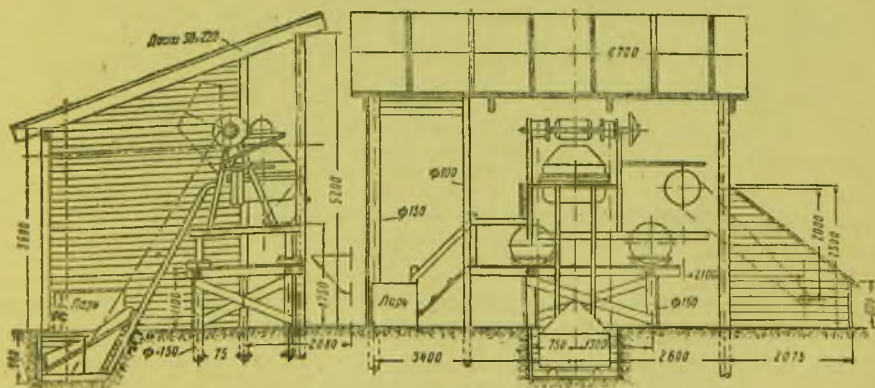
На фиг. 152 представлена схема наиболее простого и наименее механизированного бетонного завода для ковшевой бетономешалки. Бетономешалка установлена под навесом, к которому примыкает сарай для хранения цемента. Штабели песка и гравия расположены

на расстоянии 4 — 6 м от ковша. Гравий и песок подвозятся к ковшу бетономешалки в тачках. Около ковша оставляется свободная площадка для разворачивания тачек. Песок и гравий должны во избежание их засорения складываться на сплошных дощатых настилах.



Фиг. 152

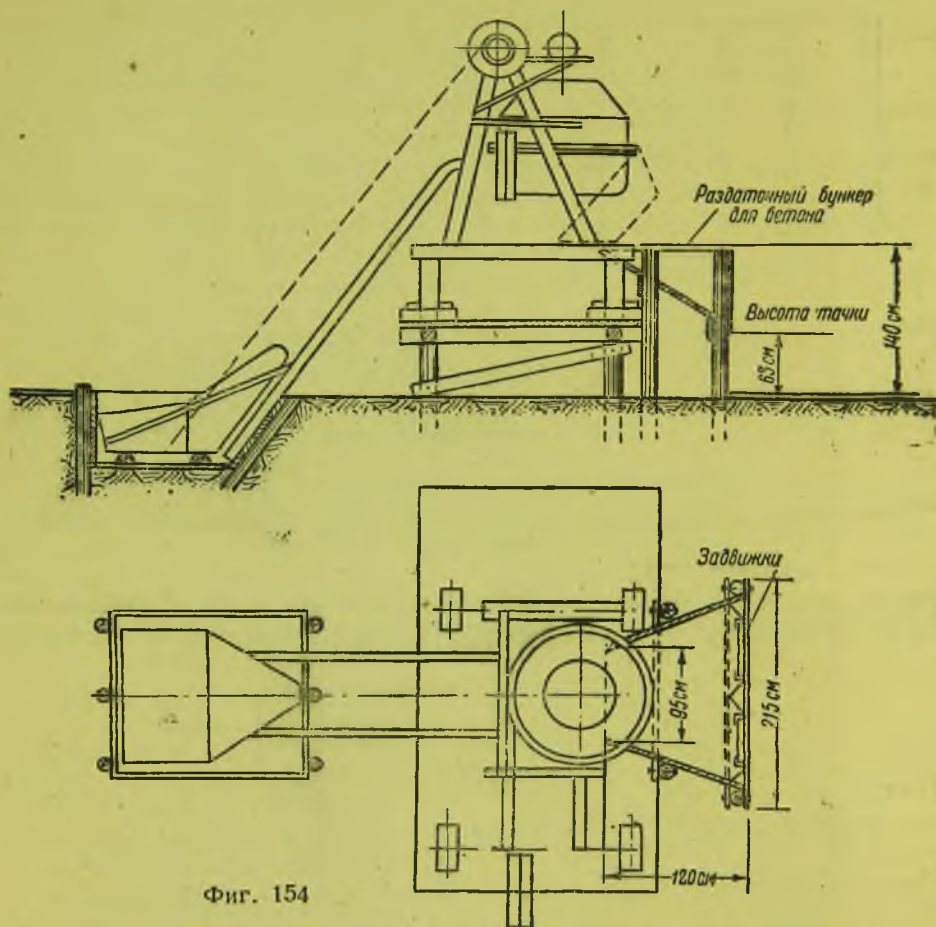
Такой же настил делается и у ковша бетономешалки. Помимо того по этому настилу должны быть уложены катальные пути для тачек.



Фиг. 153

Для ковша бетономешалки устраивается приямок, так чтобы верх ковша в опущенном состоянии располагался заподлицо с настилом. Более детально установка бетономешалки показана на фиг. 153.

На приведенном примере установки предусмотрена отвозка бетона от бетономешалки вагонетками, в которые бетон поступает непосредственно из бетономешалки. Отвозка бетона тачками ввиду малого их объема не применяется, так как это понижает производительность бетономешалки. При пользовании тачками необходимо устроить у бетономешалки раздаточный бункер на один-два замеса, куда вы-



Фиг. 154

гружают бетон из бетономешалки. Тачки разбирают бетон непосредственно из бункера. Такая установка с деревянным бункером схематически показана на фиг. 154.

Расстояние от низа бункера до уровня тачечных ходов должно быть не менее:

- 1) 70 — 80 см — при выгрузке бетона в одноколесные тачки;
- 2) 110 — 150 см — при выгрузке бетона в двухколесные тачки.

Расстояние от низа барабана бетономешалки в перевернутом его виде до головки рельса при выгрузке непосредственно в узкоколей-

ные вагонетки изменяется в пределах 150 — 170 см, в зависимости от емкости вагонетки (высота железной опрокидывающейся вагонетки емкостью 0,75 м³ равна 1,15 м, то же 1 м³ — 1,28 м).

В табл. 3 приведены данные производительности бетономешалок разной емкости для немеханизированных заводов при продолжительности перемешивания (требуемой для бетона искусственных сооружений) 1,5 и 2 мин.:

Таблица 3

Емкость бетономешалок в л	100		250		375	
Задаваемое время перемешивания в сек.	90	120	90	120	90	120
Число замесов за 8 часов	227	182	226	181	215	174
Производительность:						
бетон на щебне в м³	14,7	11,8	36,2	29,0	52,0	42,0
» » гравия » »	15,4	12,4	38,0	30,5	54,6	44,1

Количество рабочих для обслуживания завода назначается согласно нормам выработки в зависимости от дальности возки цемента, песка и гравия.

При возке цемента на расстояние до 5 м, гравия и песка — до 10 м согласно нормам выработки необходимо следующее количество рабочих (табл. 4):

Таблица 4

Емкость бетономешалок в л	100		250		375	
Задаваемое время перемешивания в сек.	90	120	90	120	90	120
Число рабочих по доставке цемента	1	1	1	1	1	1
» » » песка .	1	1	2	1	2	2
» » » гравия	1	1	3	2	4	3
Итого рабочих . .	3	3	6	4	7	3

Пользуясь этой и предыдущей таблицами, можно вывести, какое количество бетона приходится на одного рабочего при приготовлении бетона бетономешалками.

Положим, что установлена бетономешалка производительностью в 375 л, продолжительность перемешивания равна 1,5 мин.; тогда для работы бетономешалки нужно: 7 рабочих плюс 1 моторист для управления бетономешалкой, а всего 8 чел.

Производительность бетономешалки при употреблении гравия составляет 54,6 м³ бетона за смену, т. е. на одного рабочего приходится $\frac{54,6}{8} = 6,85$ м³ готового бетона¹.

¹ При ручном перемешивании производительность одного рабочего в смену равняется не более 4,7 м³. На более механизированном заводе выработка бетона за смену на одного рабочего достигает 11 м³.

Бетонные заводы при применении бункерных бетономешалок устраиваются временными или постоянными. Временный бетонный завод устраивается на строительстве того или иного сооружения, и его существование заканчивается с окончанием работ. Бетонный завод постоянного типа устраивается для обслуживания целого ряда сооружений и по окончании работ на данном сооружении он лишь временно разбирается и переносится на новое строительство.

Помещения для временных бетонных заводов делаются обычно из дерева; помещения для заводов постоянного типа — из более прочного материала, преимущественно из металла.

Бетонные заводы с бункерными бетономешалками отличаются почти полной механизацией всех отдельных процессов приготовления бетона, начиная с подачи материалов, идущих для приготовления бетона.

Как правило, материалы для приготовления бетона механически подаются в бункеры над бетономешалками, из которых они самотеком поступают в дозировочные приспособления, а из этих последних в бункер бетономешалки.

Бункеры для материалов, устраиваемые над бетономешалками вмещают не более 2 — 4-часового запаса материалов и питаются из складов, расположенных рядом с бетономешалкой. На этих складах хранится основной запас материалов (цемент, песок и гравий), постоянно пополняемый подвозом извне.

В связи с тем, что бункерные бетономешалки выпускаются заводами от 1000 л* и больше, бетонные заводы с такими бетономешалками предназначаются для обслуживания крупных строительных.

Из механизированных заводов рассмотрим бетонные заводы НКПС.

Бетонные заводы НКПС (Мостотрест НКПС) принадлежат к типу постоянных заводов, собираемых на месте. Они подвозятся к сооружению в разобранном виде, занимая (для одного завода) с бетономешалкой в 500 л 4 железнодорожные платформы. Заводы имеются двух мощностей: с бетономешалкой в 500 и 1000 л. Ниже приводится краткое описание бетонного завода с бетономешалкой емкостью 500 л. Конструкция завода приведена на фиг. 155. Бетонный завод состоит из здания завода и двух подъемников: одного для цемента и второго для песка и гравия. Самое здание завода состоит из 5 разборных частей: двух опор 1, машинного отделения 2, дозировочного отделения 3, бункеров 4.

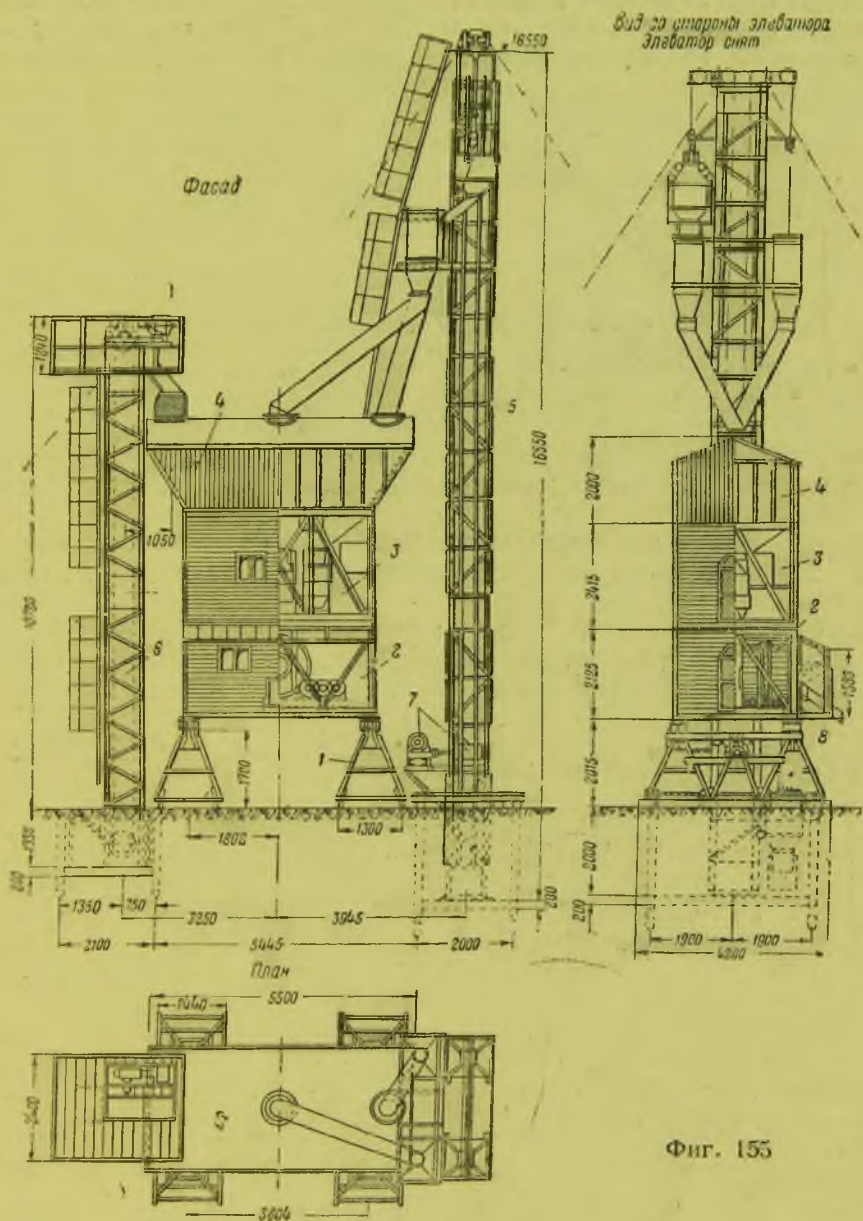
Опоры представляют собой металлические сквозные конструкции, которые опираются на основание из брусчатого настила при хорошем грунте и на сваи при слабом грунте.

Машинное отделение имеет в плане размеры 2,7 × 4 м и высоту 2,12 м. Остов его металлический. Стенки обшиты двумя рядами досок с прокладкой между ними слоя утепляющего материала. Пол также двойной, утепленный. На полу установлена бетономешалка емкостью

* Стационарные бункерные бетономешалки более ранних выпусков имеются и в 500 л.

500 л. Со стороны выдачи бетона здание уширяется путем дополнительной пристройки.

Эта пристройка имеет два лотка: боковой и нижний, через которые

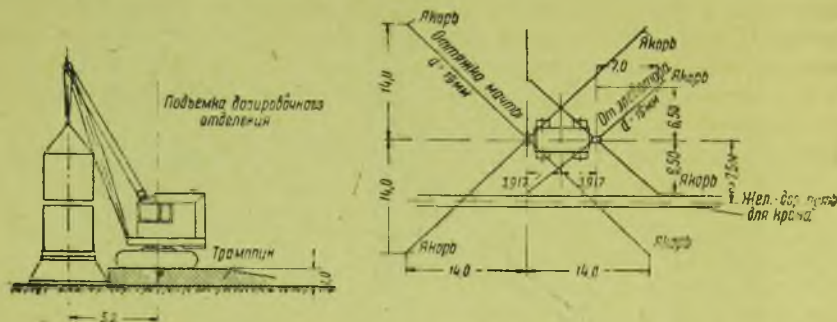


Фиг. 155

можно выдавать бетон. Лотки автоматически открываются в тот момент, когда выгрузочный ковш бетономешалки приведен в положение выгрузки.

Сбоку машинного отделения устанавливается съемная лестница с площадкой; эта лестница служит для прохода на завод. На обеих торцевых стенках здания имеются входные двери.

Следующий этаж над машинным отделением занимает дозировочное отделение, которое имеет высоту 2,41 м, а размеры в плане такие, как машинное отделение. Здесь подвешены 3 дозатора: для цемента,

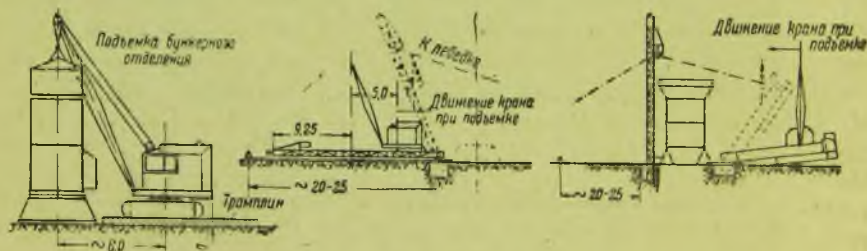


Фиг. 156

песка и гравия. Здесь же находится бак для подогрева воды при зимнем бетонировании.

Верхний этаж здания занимает бункерное отделение. Оно расширяется кверху и имеет по верху размеры в плане $5,5 \times 2,7$ м. Высота его 1,5 м.

Оно разделено на три бункера: средний — для гравия, два крайних для цемента и песка. Запас материалов в бункерах обеспечивает полуторачасовую работу завода. Бункеры имеют металлический кар-



Фиг. 157

кас и обшивку из 3-мм листовой стали. Кроме того, они утеплены наружной деревянной двойной обшивкой. Крыша над бункерами съемная, крытая железом.

Все этажи здания скрепляются друг с другом болтами. Подъемник для цемента (левый на фиг. 155) заключен в жесткий металлический корпус, препятствующий распылению цемента. Снаружи к подъемнику прикреплена лестница. Из подъемника цемент сыпается в бункер завода при помощи рукава.

Подъемник для гравия и песка (правый на фиг. 155) представляет собой сквозную башню, по двум сторонам которой поднимаются и опу-

скаются два металлических ковша: один для песка, второй для гравия. Ковши автоматически открываются при подъеме их.

Все работы по установке завода сводятся к подготовке для него основания и в сборке при помощи крана отдельных крупных элементов завода.

На фиг. 156 и 157 представлена сборка завода.

Время, которое затрачивается на сборку завода, распределяется следующим образом: устройство основания—2 дня, сборка завода краном—12 час., остальной монтаж—12 час. Таким образом, при готовом основании завод может быть пущен в работу примерно через 2 дня после прибытия его к месту работ.

Для обслуживания завода необходимо 3—4 чел.: 2 моториста (1—у бетономешалки и 1—у подъемников) и 1—2 дозировщика.

§ 22. ТРАНСПОРТ БЕТОННОЙ СМЕСИ

1. Общие соображения

Для укладки в сооружение приготовленной на бетонном заводе бетонной смеси необходимо доставить ее от завода к месту укладки. При этом бетонную смесь в зависимости от местных условий приходится везти по горизонтальному пути, поднимать или опускать у самого сооружения и доставлять в места укладки в пределах сооружения. Все эти перемещения производятся или при помощи отдельных приспособлений для каждого вида транспорта или при помощи приспособлений, соединяющих в себе два вида транспорта, например горизонтальный и вертикальный.

Выбор способа транспортирования зависит от дальности возки, количества подлежащей перевозке бетонной смеси и наличия того или иного транспортного оборудования.

Во всяком случае, продолжительность пребывания бетона в пути должна быть такой, чтобы бетон мог быть уложен в дело или до начала схватывания или, во всяком случае, до того времени, когда подвижность (пластичность) бетонной смеси уже начнет заметно уменьшаться вследствие схватывания цемента.

По техническим условиям Народного комиссариата по строительству требуется, чтобы продолжительность транспортирования бетона, считая от момента выгрузки из бетономешалки, не превышала следующих сроков:

При температуре бетона до +10° Ц	2	часа
» » » от +10° до +20° Ц	1,5	часа
» » » выше +20° Ц	45	мин.

При транспортировании бетона, приготовленного на цементном растворе со сроком начала схватывания менее 1 часа, указанные выше сроки нужно уменьшить в 2 раза.

2. Горизонтальный транспорт

Для перевозки бетонной смеси в горизонтальном направлении применяются тачки одноколесные, двухколесные, узкоколейные вагонетки и автомобили; на больших строительствах — кабель-краны.

Тачки. Наиболее простым транспортным приспособлением является деревянная одноколесная тачка, применяемая на земляных работах. Емкость такой тачки составляет 70 л. Для того чтобы в этой тачке можно было возить бетон без раструски, необходимо сделать в задней открытой части кузова перегородку (фиг. 158).



Фиг. 158

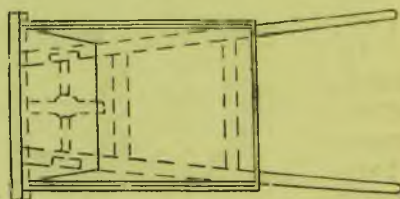
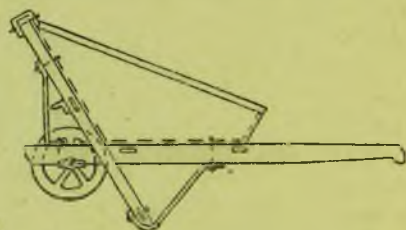
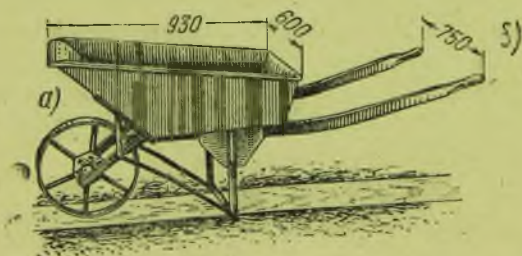
Однако эта тачка при перевозке бетона довольно скоро расстраивается и приходит в негодность. Особенно неудобен в ней деревянный кузов, на который налипают цементный раствор и держать который в чистоте очень трудно.

Более надежными и удобными являются: тачка с металлическим кузовом, изготавливаемая на строительстве (фиг. 159,б), или выпускаемая заводами Главстроймаша металлическая тачка (фиг. 159,а).

Вес тачки с металлическим кузовом, изготавливаемой на строительстве, значительно меньше, чем вес обычной деревянной тачки; служит она значительно дольше деревянной. Кузов можно держать в чистоте, промывая тачку водой и очищая щетками от прилипшего бетона.

Металлическая тачка заводского изготовления еще более прочна.

Основными недостатками одноколесной тачки являются: передача



Фиг. 159

на руки рабочего значительной нагрузки (40 — 50 кг), большое трение во втулке колеса, тяжелый ход тачки и неустойчивость ее.

Одноколесные тачки выгодно применять на расстоянии возки, не превышающем 70 — 80 м, при небольшом объеме бетонных работ и при частой перекладке путей.

Более совершенным транспортным приспособлением, чем одноколесная тачка, является двухколесная металлическая тачка (фиг. 110).

В этой тачке весь груз передается на колеса. Большие колеса с шариковыми подшипниками обеспечивают легкость движения тачки. Емкость этой тачки колеблется в пределах 150 — 200 л, т. е. вдвое

больше емкости одноколенной тачки. Поэтому производительность рабочего при перевозке бетонной смеси в этой тачке вдвое больше, чем при перевозке в одноколенной.

Однако эта тачка требует для движения широкого настила (шириной 1,30 м), отсутствия крутых подъемов, плавного сопряжения настила при поворотах.

Вагонетки. При расстоянии возки бетонной смеси свыше 70 — 80 м и бетонировании сооружений с большим объемом бетонной кладки для развозки бетонной смеси применяют вагонетки, перевозимые по узкоколейным рельсовым путям.

Вагонетки применяются большей частью железные опрокидывающиеся емкостью 0,75 и 1 м³. Емкость этих вагонеток при перевозке бетонной смеси составляет соответственно 0,5 и 0,75 м³, так как наполнять их доверху не рекомендуется во избежание расплескивания бетонной смеси в пути.

Рельсы для устройства узкоколейного пути применяются весом от 7 до 12 кг в 1 пог. м. Укладываются они на деревянных шпалах, к которым пришиваются костылями. Для обеспечения бесперебойной работы по отвозке бетона в вагонетках требуется, чтобы пути были уложены правильно, т. е. уложены горизонтально или с небольшим уклоном в грузовом направлении, хорошо отрихтованы и хорошо подбиты. Кривые не должны быть радиусом меньше 10 — 15 м; на кривых должны быть устроены уширения и пришиты контррельсы.

Плохо устроенные пути создают большое препятствие для движения вагонеток. Вагонетки часто сходят с рельсов и тем задерживают отвозку бетона, снижая производительность бетономешалки.

В общем вагонетки имеют большой вес и тяжелый ход вследствие большого трения в подшипниках (если они не снабжены шарико- или роликоподшипниками).

Вагонетки плохо очищаются от бетона, требуя его выгребания из кузова и обстукивания кузова деревянными молотками.

Более совершенной является совковая металлическая вагонетка, выпускаемая заводами Главстроймаша специально для транспорта бетонной смеси (фиг. 160). Вагонетка состоит из опрокидывающегося ковша, соединенного при помощи шарнирной опоры с поворотным кругом, укрепленным на верху вагонеточной рамы. Это устройство дает возможность выгружать ковш в любом направлении; при выгрузке ему обеспечен очень большой угол наклона, а следовательно, и легкая выгрузка. Оси колес снабжены шариковыми подшипниками, что делает ход вагонетки очень легким.

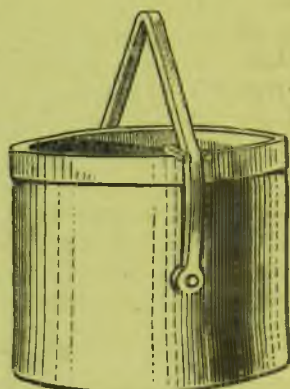
Емкость вагонетки 0,5 м³. Выпускаются они для колеи шириной 600 и 750 мм.

Иногда для перевозки бетонной смеси применяют бадьи разных типов. Чаще всего применяется круглая опрокидывающаяся бадья (фиг. 161). Такие бадьи перевозятся на деревянных вагонеточных платформах. По прибытии вагонетки к сооружению бадья снимается с нее подъемным краном, поднимается на требуемую высоту и бетон из нее выбрасывается в бункер или на боек. Пустая бадья спускается краном на платформу и отвозится обратно для нового наполнения.

Одну вагонетку, полезная емкость которой равна $0,5 \text{ м}^3$, по горизонтальному пути передвигают двое рабочих, к которым на подъемах добавляют еще одного рабочего. Производительность звена (двоих)



Фиг. 160



Фиг. 161

рабочих) за смену при развозке бетона на расстояние от 75 до 250 м приведена в табл. 5.

Таблица 5

Расстояние перевозки	75 м	100 м	150 м	200 м	250 м
Бетон в м^3	27	25	20	17	15

Примечание. В состав работы входят: 1) загрузка вагонетки бетоном из бункера; 2) перевозка вагонетки с бетоном; 3) разгрузка бетона опрокидыванием; 4) обратная перевозка порожней вагонетки.

При транспорте бетона в бадьях производительность уменьшается на 9%.

При применении совковых вагонеток на одну вагонетку ставится один рабочий.

При расстоянии возки от 200 до 400 м применяют конную тягу (одна лошадь может везти 2 вагонетки, заменяя 4 рабочих). При больших расстояниях и больших объемах бетона применяется возка вагонеток мотовозами по 4 — 6 вагонеток в одном составе.

Автомобили. При расстояниях перевозки от 300 — 500 м до 3 — 4 км (а при хороших дорогах до 5 — 6 км) применяется перевозка бетона в автомобилях-грузовиках, имеющих кузов-самосвал. При одном бетонном заводе автомобилями удобно обслуживать разбросанные строящиеся искусственные сооружения.

Кузов-самосвал автомобиля опрокидывается назад (фиг. 162).

Грузовые автомобили выпускаются заводами СССР грузоподъемностью 1,5; 3 и 5 т. Применять 5-т автомобили вне городских условий

затруднительно, так как они требуют для движения хороших мощных дорог.

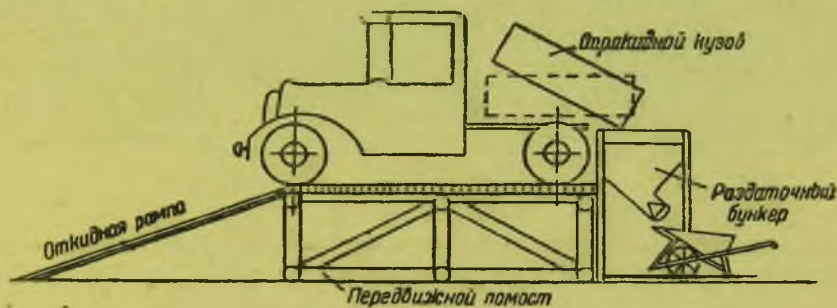
Полезная емкость 1,5-т автомобиля составляет 0,7 м³ бетонной смеси, что соответствует одному замесу 1000-л бетономешалки или двум замесам 500-л бетономешалки. Полезная емкость 3-т автомобиля вдвое больше приведенных величин.

При пользовании автосамосвалами привезенный бетон на месте разгружается в раздаточный бункер, как это показано на фиг. 162.

При перевозке бетонной смеси автомобилями на большие расстояния наблюдаются два явления: а) расслоение уже перемешанной бетонной смеси и б) загустение ее.

Расслоение бетонной смеси происходит от тряски, причем гравий опускается на дно кузова, а на поверхности остается раствор.

Загустение бетонной смеси вызывается испарением и другими потерями воды и поглощением ее заполнителями.



Фиг. 162

Для борьбы с расслоением необходимо содержать в исправном состоянии дороги, по которым перевозится бетонная смесь; подбирать состав бетона так, чтобы он меньше расслаивался, и применять для перевозки на большие расстояния автомобили с принудительным перемешиванием бетона.

Во всяком случае, если обнаружено расслоение бетонной смеси, необходимо ее перед укладкой в дело перелопатить без добавления воды.

В автомобилях с принудительным перемешиванием это совершается при перевозке, для чего в кузове автомобиля имеется ось, снабженная лопастями, которые слегка перемешивают бетонную смесь. Такие автомобили применяют при перевозке бетонной смеси на расстояние от 4 — 5 до 10 — 12 км.

На фиг. 163 представлен общий вид такого автомобиля.

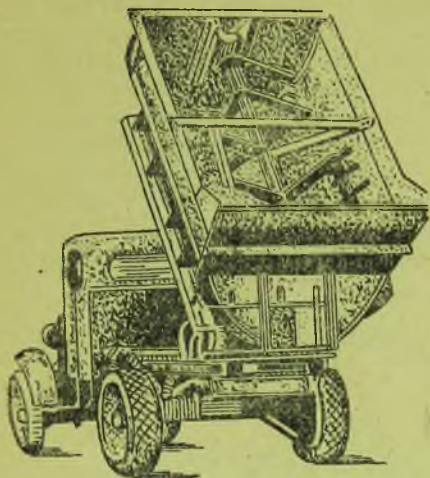
Для борьбы с загустением смеси необходимо при приготовлении бетона добавлять некоторое количество воды сверх определенного при подборе состава бетона. Это количество добавляемой воды определяется работниками бетонной лаборатории опытным путем.

Если требуется везти бетонную смесь на такое расстояние, что время пребывания бетона в пути превосходит приведенные выше нормы

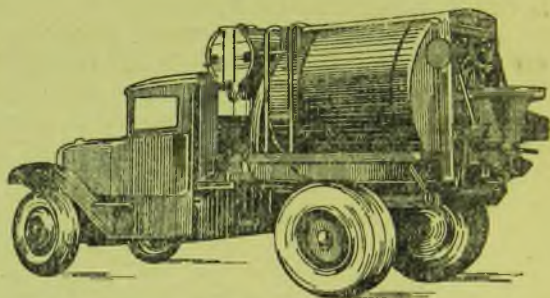
Наркомстроя, то для перевозки применяют автобетономешалки. Такая автобетономешалка изображена на фиг. 164.

Она представляет собой бетономешалку, установленную на автомобиле. В нее загружают на бетонном заводе сухую смесь, а в бачок наливают требуемое количество воды.

Автобетономешалка отправляется в путь; в конце поездки шофер пускает в барабан воду, приводит его во вращение, и, таким образом, к моменту приезда на строительство бе-



Фиг. 163



Фиг. 164

тонная смесь получается уже перемешанной. Автобетономешалки выпускаются заводами Главстроймаша с емкостью барабана 1 500 л.

3. Вертикальный транспорт

Вертикальный подъем бетонной смеси производится шахтными подъемниками и подъемными кранами; ниже будут описаны краны-укосины, деррик-краны и одноковшевые экскаваторы, превращаемые в краны.

Шахтные подъемники. Общий вид шахтного подъемника изображен на фиг. 165.

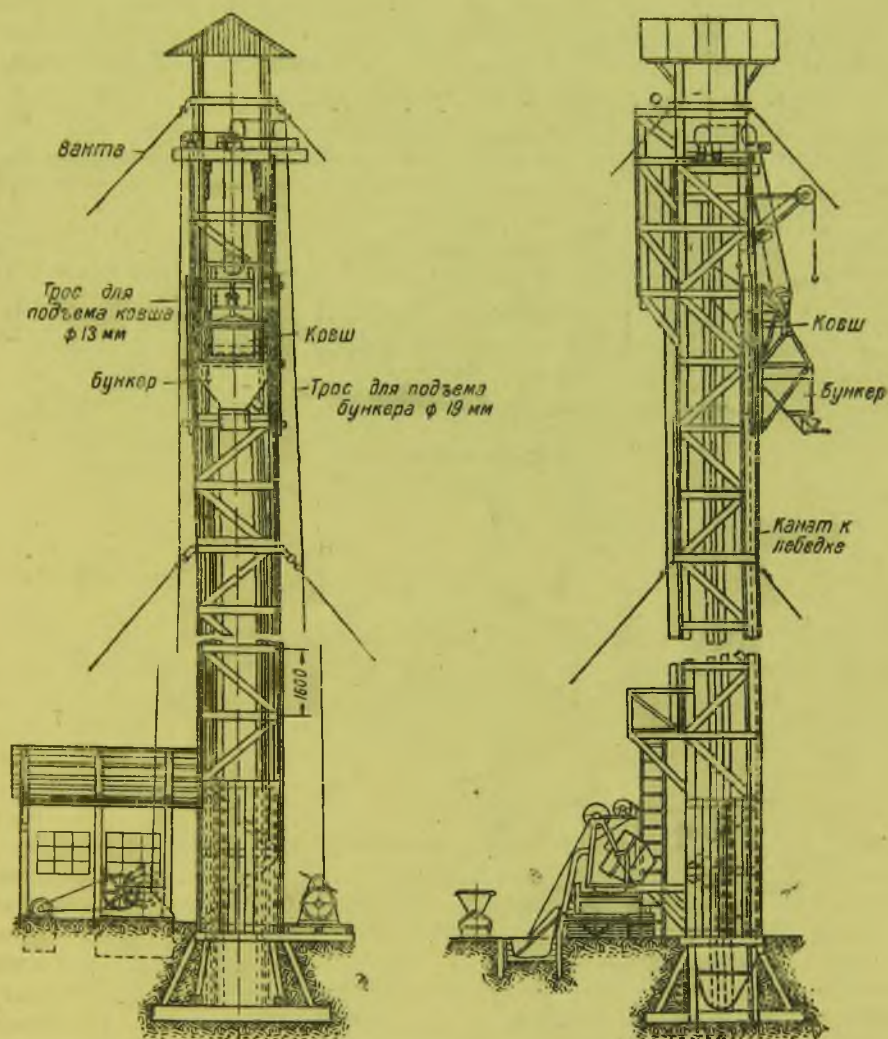
Стойки шахты делаются из брусьев, решетки — из досок на гвоздях и болтах. Высота подъемника доходит до 50 м. Деревянные шахты сооружаются на строительстве, а оборудование шахтоподъемника выпускается заводами Главстроймаша стандартными комплектами, состоящими из электролебедки подъемной силой 1,25 т, металлического подъемного ковша емкостью 350 или 500 л, верхнего металлического бункера на салазках, комплекта роликов и тросов.

В верхней части шахты расположены ролики для подъемных тросов ковша и бункера. Бункер устанавливается на любой высоте шахты в зависимости от надобности. Подъем его совершается ручной или приводной лебедкой.

Ковш, которым поднимают бетонную смесь, загружается ею внизу в особом приямке и поднимается электролебедкой. Достигнув требуемой высоты, ковш автоматически опрокидывается в бункер.

Из бункера, снабженного затвором, бетонная смесь развозится по сооружению.

Ковш и бункер должны содержаться в чистоте, промываться водой и очищаться от прилипшего бетона после каждой смены.



Фиг. 165

При установке шахтных подъемников особое внимание необходимо обращать на раскрепление его по высоте расчалками. Расчалки делаются из стального троса диаметром 12 мм. Схема расположения расчалок в зависимости от условий установки приведена на фиг. 166. Конструкция крепления нижнего конца расчалки показана там же.

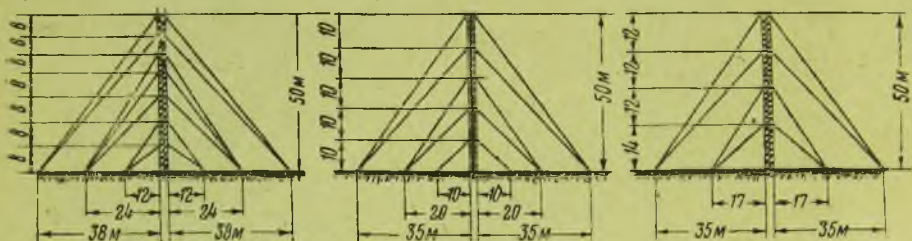
Краны-укосины. При небольшой кубатуре поднимаемого бетона и при высоте подъема до 25 м можно применять для подъема бетонной смеси краны-укосины, которые имеют широкое распространение в жилищном строительстве.

Кран-укосина (фиг. 167) состоит из деревянной мачты 2 из трех бревен, на верху которой укрепляется металлическая поворотная укосина 1. Груз поднимается электролебедкой 6, установленной внизу. Когда он поднят, то оттяжками из пеньковых канатов поворачивают укосину и подводят груз к месту разгрузки.

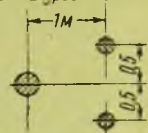
1-ая схема расположения расчалок при установке на открытом месте

2-ая схема расположения расчалок при установке на полузащитен месте

3-ья схема расположения расчалок при установке на защищенном месте



План на уровне земли



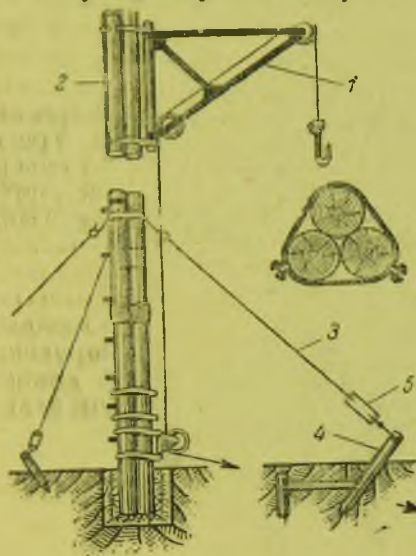
Фиг. 166

Мачта собирается из бревен диаметром 18 — 22 см, стыки бревен располагаются вразбежку и соединяются хомутами. Устойчивость крана-укосины обеспечивается расчалками 3, расположенными в 2—3 яруса и закрепленными у земли, как у шахтных подъемников.

Бетон под кран-укосину может подаваться разными способами: а) в отдельных тачках, б) в кузовах вагонеток и в) в бадьях.

Подъем одиночных тачек производится путем зацепки тачки за специальные крючья (фиг. 168). Удобство такого подъема заключается в том, что отпадает необходимость перегрузки бетонной смеси при подъеме; в то же время грузоподъемность используется неполностью, так как кран при грузоподъемности в 1 т может поднять 350 л бетонной смеси в таре, а объем одной тачки составляет всего 70 л. Более выгодным является подъем в двухколесных тачках, так как емкость двухколесной тачки составляет 150—200 л. Подъем бетона может производиться в кузовах ваго-

н е т о к; объем кузова вагонетки должен быть не больше $0,5 \text{ м}^3$. При этом поднимается только кузов вагонетки. Наверху он ставится на новую рамную станину и отвозится к месту укладки.

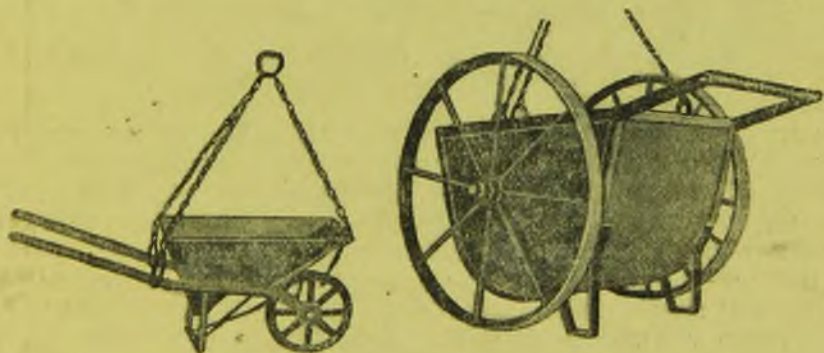


Д е р р и к - к р а н ы. На фиг. 169 показан жестконогий деревянный деррик-кран.

Заводами Главстроймаша выпускаются для него полные комплекты металлических частей, а на строительстве по чертежам завода

Фиг. 167

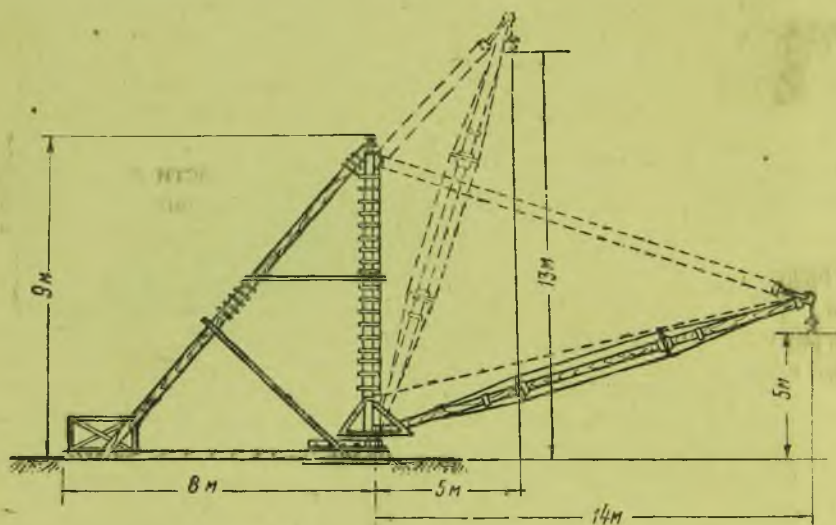
изготавливаются деревянные части. Кран состоит из деревянного основания — двух брусьев, расположенных под прямым углом. В месте стыка брусьев основания укреплена чугунная подушка, в которую входит шаровая пята вертикальной мачты. Мачта расчалена к обоим



Фиг. 168

концам основания двумя раскосами. Раскосы жестко связаны с основанием, а с мачтой — штырем, что позволяет ей вращаться. Раскосы усилены дополнительными подкосами. К нижней части мачты прикреплена опорная коробка, в которую входит шарнирно связанная

с ней пята стрелы. На верху мачты укреплены два ролика для тросов. Головка стрелы также снабжена двумя роликами для тросов. Тросы для подъема крюка и изменения вылета стрелы проходят через головные ролики мачты, сквозь пята и два ролика, установленные снизу пята. Лебедки устанавливаются электрические двухбарабанные. Один барабан служит для подъема груза, второй — для изменения вылета стрелы. Поворот крана осуществляется вручную или механически. Для устойчивости крана в ящики, помещенные в месте прикрепления раскосов к основанию, загружается по 3 т балласта на каждый брус. Деррик-краны сообразно выпускаемому для них оборудованию устраиваются грузоподъемностью 1; 1,5; 2; 3 и 6 т с длиной стрелы от 9 до 18 м и высотой подъема груза от 6 до 16 м. Благодаря



Фиг. 169

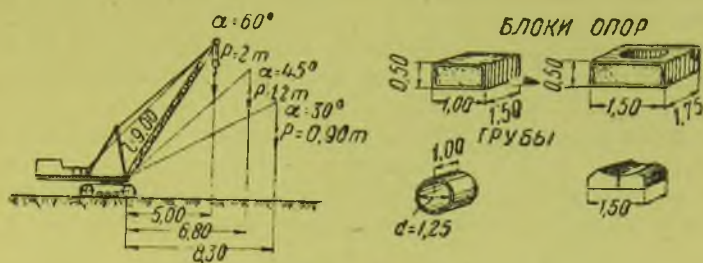
большому вылету стрелы краны в зоне их действия могут производить не только подъем, но и горизонтальное перемещение груза.

Такой кран используется на строительствах сначала для подъема земли из котлована, а затем для обслуживания бетонных работ, подачи материалов к бетономешалке и т. д.

К р а н ы - э к с к а в а т о р ы. Экскаваторы на гусеничном ходу, выпускаемые заводами Главстроймаша, а также ковровским заводом НКПС (типа ЛК), служат в основном для производства земляных работ. Однако, благодаря тому что они снабжаются сменным оборудованием, они могут быть превращены в краны для подъема грузов, в копры для забивки свай.

Имея экскаватор со сменным оборудованием на постройке моста, им можно производить многие работы и в том числе подачу бетона на сооружения.

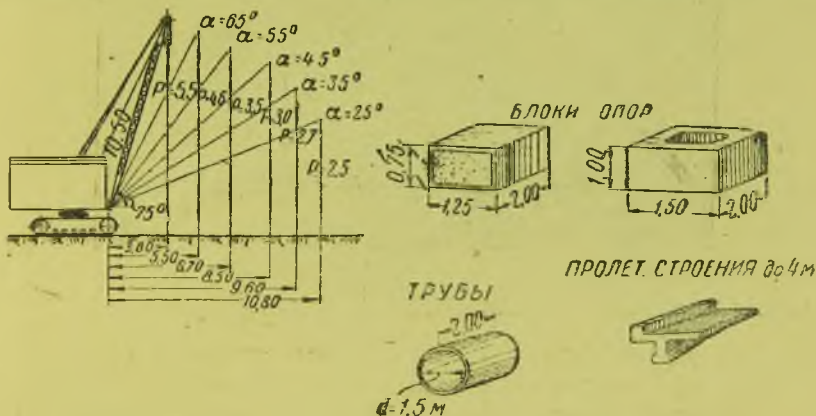
Если не имеется специального крана на гусеницах, то кран-экскаватор более удобен для применения, чем деррик-кран, так как он имеет гусеничный ход, а потому является передвижным, в то время как деррик-кран является стационарным, т. е. неподвижным краном.



Фиг. 170

На фиг. 170 приведены примеры грузоподъемности одноковшевого экскаватора «Комсомолец» (с емкостью ковша $0,35 \text{ м}^3$), превращенного в кран.

На фиг. 171 приведены примеры грузоподъемности одноковшевого экскаватора ЛК (с емкостью ковша $0,5 \text{ м}^3$), превращенного в кран.



Фиг. 171

Пример использования экскаватора на бетонных работах приведен ниже.

4. Опускание бетонной смеси

Иногда при бетонировании сооружения приходится бетонную смесь не поднимать, а опускать, как, например, при бетонировании фундаментов сооружения. Простейшим способом опускания бетонной смеси является свободное сбрасывание ее. Однако при этом бетонная смесь расслаивается; свободное сбрасывание разрешается производить только с высоты до 2 м. Расслоение бетонной смеси наблюдается и при применении для опускания наклонных открытых лотков.

На фиг. 172 показан пример такого расслоения бетона при опускании наклонным лотком. Таким образом, этот способ опускания бетонной смеси не должен применяться.

Лучшие результаты в отношении сохранности бетонной смеси от расслоения дает применение для спуска деревянных и железных вертикальных труб, или, как их называют, **х о б о т о в**.

На фиг. 173,а представлен деревянный секционный хобот с лопастями внутри трубы. Благодаря наличию лопастей бетонная смесь при опускании все время перемешивается.

Деревянная труба прямоугольного сечения составлена из отдельных звеньев длиной 1,0 м, что позволяет изменять общую длину трубы по мере надобности. Размеры сечения трубы задаются в зависимости от рода тары, в которой подвозится бетонная смесь. Так, на-



Фиг. 172

пример, при подвозке ее двухколесными тачками размеры назначаются 40×60 см, при подвозке вагонетками — 60×80 см. Вверху труба снабжается деревянным раструбом, прикрепляемым к настилу подмостей, по которым подвозится бетонная смесь.

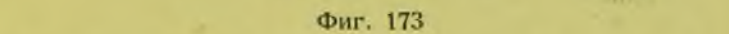
Применение деревянных хоботов, как правило, ограничивается глубиной опускания 6 м. При большей глубине опускания применяются металлические круглые хоботы.

Металлический хобот (фиг. 173,б) состоит из отдельных уширяющихся кверху труб длиной 1,0 м, диаметром 40—45 см с двумя лопастями в каждой трубе. Лопасти подвижные, их можно при установке более или менее вдвинуть в трубу. Под лопастями оставлены отверстия, через которые можно ликвидировать закупорку трубы бетонной массой.

Более простое устройство имеют металлические хоботы из труб без лопастей. Трубы можно делать из кровельного железа, но применение таких хоботов ограничено глубиной 4—5 м. Через хобот без ло-

циями. Таким образом, здесь вместо свободного падения бетонной смеси имеет место постепенное сползание ее полным сечением, что исключает возможность расслоения бетона.

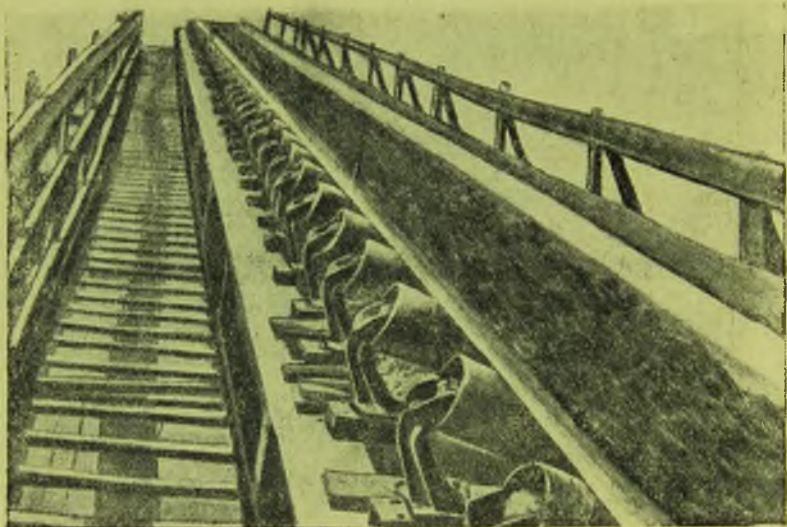
159



Транспортеры. Первоначальное применение транспортеры получили на бетонных заводах для транспортирования песка и гравия со складов в бункеры над бетономешалками. Однако впоследствии транспортеры начали применять и для перемещения бетонной смеси от бетонного завода до сооружения и при укладке бетона в опалубку сооружения. Транспортерами можно подавать бетон как по горизонтали, так и поднимать его на высоту.

Для транспортирования бетонной смеси применяются так называемые ленточные транспортеры.

Они монтируются на деревянной эстакаде, поддерживающей раму транспортера. Вдоль ленты обеспечивается проход для людей, необходимый для очистки ленты и устранения разных неполадок (фиг. 174).



Фиг. 174

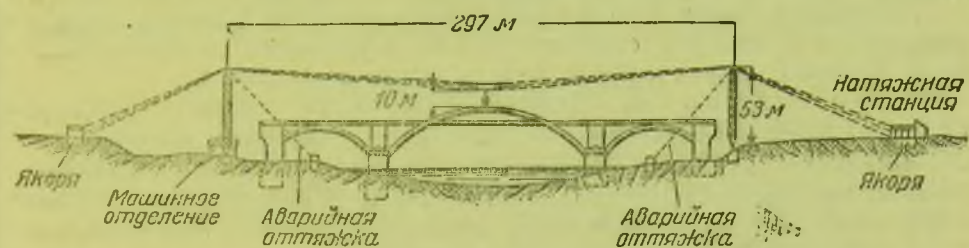
Кабель-краны. Кабель-кран позволяет подавать бетонную смесь, приготовленную на заводе, вдоль моста в любое место укладки по линии кабеля. При этом постройка и река не загромождаются эстакадами и временными мостами, которые нужно строить при другом виде транспорта. Кабель-кран применяется при постройке больших мостов, в особенности с железобетонными пролетными строениями.

Кабель-кран представляет собой участок подвесной канатной дороги, по которой перемещается тележка с подвешенным к ней ковшом (кубелем). Кабель-кран, применявшийся на постройке моста метро через Москва-реку, имел пролет 410 м.

Он состоял из двух опорных металлических башен высотой 50 м, между которыми были натянуты несущий, тяговый и подъемный стальные канаты. Тяговый канат передвигал тележку в горизонтальном направлении, а подъемный опускал и поднимал тележку. Движение и

подъем тележки производились при помощи электролебедки, установленной в машинном здании у основания одной из башен крана.

Бетон, нагруженный в ковш кабель-крана на бетонном заводе или



Фиг. 175

подвезенный к ковшу на автомобиле, поднимается кабель-краном и перемещается к месту бетонирования. Ковш обычно подвешивается к тележке кабель-крана, опускается на месте бетонирования и выгружается в бункер, откуда подается хоботами или развозится тачками к месту бетонирования.

Производительность крана за 8-часовой рабочий день в условиях строительства Моско-



Фиг. 176

рецкого моста в Москве составляла при емкости ковша 2 м^3 120 м^3 бетона.

Краны меньших размеров пролетом 297 м и емкостью кубеля $0,70 \text{ м}^3$ были применены на постройке одного железнодорожного арочного железобетонного моста через Москва-реку. Здесь было установлено два параллельных крана. Общий вид моста приведен на

фиг. 175. Бетон с кабель-крана разгружался в бункеры и развозился вагонетками или распределялся желобами (фиг. 176).

Производительность кранов на этом мосту за 8-часовой рабочий день составляла 70 — 90 м³ бетона.

Описанные выше кабель-краны представляют в целом сложное устройство заводского изготовления, но в условиях постройки больших железобетонных мостов кабель-краны незаменимы.

Бетононасосы. Бетононасосы могут подавать бетонную смесь по трубам на расстояние до 200 м и поднимать на высоту до 30 м. Производительность бетононасоса 12—16 м³ в час. Преимуществом бетононасоса являются простота установки и бесперегрузочная доставка бетонной смеси к месту укладки при полной механизации транспортирования.

Однако бетононасосы имеют ряд недостатков, настолько значительных, что применение их встречается крайне редко. Эти недостатки следующие: бетононасос не допускает перерыва в работе, его питание должно быть равномерным и непрерывным, насос может перекачивать только пластичные бетонные смеси. Крупность гравия не должна превышать 50 — 60 мм, так как включение хотя бы отдельных крупных зерен ведет к перебоям в подаче бетона.

§ 23. УКЛАДКА БЕТОНА

1. Подготовка к укладке

Укладке бетона в сооружение, или, как говорят, в дело, предшествует известная подготовка самого сооружения в целом или части его к приему бетона. Так, например, при бетонировании фундамента подпорной стенки, опоры моста, трубы и т. п. готовится дно котлована. При бетонных и железобетонных работах производится установка и последующая подготовка опалубки и арматуры. При перерывах или при бетонировании сооружения выше обреза фундамента делается подготовка свежесложенного или уже отвердевшего бетона к укладке новых порций бетона.

2. Подготовка основания

Дно котлована должно быть перед началом бетонирования хорошо спланировано под проектную отметку.

Если грунт основания сухой и неглинистый, то этим и ограничивается подготовка основания. На такого рода основании можно начинать бетонную кладку, если нижняя фундаментная плита сооружения не снабжена арматурой. Если нижняя плита железобетонная, то необходимо сделать бетонную подготовку и по этой подготовке уложить арматуру, а затем уже приступать к бетонированию. Бетонная подготовка делается слоем толщиной 10 — 20 см из бетона более низкой марки, чем марка бетона основных частей сооружения. Верх этой бетонной подготовки должен соответствовать проектной отметке заложения фундамента; котлован должен быть вырыт глубже отметки заложения фундамента на толщину подготовки.

При глинистом грунте также нужна подготовка. Эта подготовка может быть сделана путем трамбования в грунт слоя щебня.

При притоке в котлован грунтовых вод необходимо сделать по дну котлована дренаж, обеспечивающий отвод воды к приемным колодцам (приямкам), из которых вода выкачивается насосами.

3. Подготовка опалубки

Перед бетонированием должны быть прежде всего проверены размеры опалубки и ее общее положение, т. е. правильность установки опалубки по высоте и по поперечным и продольным осям сооружения. Проверка должна быть выполнена тщательно, так как нужно иметь в виду, что последующее исправление сооружения невозможно.

Щели в досках опалубки должны быть устранены, так как через них при бетонировании будет вытекать раствор и получатся раковины на поверхности бетона. Щели шириной более 10 мм заделываются путем забивки в щель деревянной рейки, а при меньшей ширине щели ее проконопачивают паклей или бумагой.

Незадолго до бетонирования опалубку очищают от грязи, мусора и промывают водой. Промырку опалубки следует производить сильной струей воды, подаваемой насосом. Доски опалубки следует основательно поливать водой, так как сухие доски будут отсасывать воду из бетона и тем снижать его прочность.

Для выпуска грязной воды в пониженных частях сооружения в опалубке делаются отверстия, куда сгоняют струей воды грязь. После промывки опалубки отверстия следует заделать.

4. Подготовка арматуры

Перед бетонированием проверяется, вся ли предусмотренная проектом сооружения арматура железобетонных сооружений установлена и сохранила ли она к началу бетонирования приданное ей при установке положение. Все замеченные неправильности исправляются выпрямляется сбитая и помятая арматура; там, где арматура лежит прямо на опалубке или прилегает к боковой опалубке, нужно подложить под арматуру заранее заготовленные бетонные прокладки (сухари) для образования защитного слоя, так как совершенно недопустимо, чтобы арматура не была закрыта бетоном. Если арматура загрязнена или забрызгана бетоном при ранее производившемся бетонировании, то она должна быть очищена проволочными щетками. Это мероприятие должно быть проведено при применении для арматуры очень проржавевшей стали. Поверхностная ржавчина на арматуре не вредна.

5. Подготовка поверхности ранее уложенного бетона

При возведении бетонного или железобетонного сооружения стремятся получить монолитное сооружение, т. е. совершенно однородное, без слабых прослоек. При тщательном возведении сооружения

без всяких перерывов в работе получение такого сооружения вполне возможно. Однако не всегда представляется возможным возвести сооружение без перерыва в бетонировании.

В результате перерывов в укладке бетона в сооружении образуются рабочие стыки между старым и вновь уложенным бетоном.

Эти стыки являются слабым местом сооружения, вследствие чего сооружение теряет в той или иной степени монолитность. Основной причиной уменьшения прочности по стыку является пониженная степень сцепления между старым и новым бетоном.

Таким образом, при бетонировании сооружений следует так организовать работу, чтобы бетонирование велось без перерыва. Если же рабочие стыки в бетоне являются неизбежными, например при бетонировании арочных пролетных строений мостов, то для уменьшения вредных последствий от устройства рабочих стыков необходимо соответствующим образом подготовить эти стыки перед укладкой нового бетона. При образовании рабочего стыка необходимо увеличить его сопротивляемость боковому сдвигу и растяжению.

Для увеличения сопротивления боковому сдвигу необходимо поверхность стыка сделать по возможности неровной.

Например, требуется устроить горизонтальный стык в мостовой опоре при сопряжении фундамента с телом опоры (стык этот неизбежен). Для этого, заканчивая бетонирование фундаментной плиты, в пределах очертания тела опоры необходимо забетонировать несколько деревянных бездонных форм (корыт) для образования углублений в двух направлениях. После затвердения бетона деревянная опалубка вынимается.

На фиг. 177 показано образование углублений, а также форма деревянных корыт.

При бетонировании массивных частей сооружения в целях экономии цемента прибегают иногда к втапливанию в бетон булыжных камней, так называемого и з ю м а. Этим изюмом также создается поверхность с повышенным сопротивлением сдвигу. Заканчивая, например, бетонирование фундаментной плиты, в бетон втапливают в пределах очертания тела опоры изюм так, чтобы он выступал из бетона.

Для увеличения сопротивления рабочего стыка растяжению в чисто бетонных сооружениях устанавливают металлическую арматуру из коротких стержней круглого железа диаметром 16 — 19 мм. Эти стержни заггибаются крючками на концах и, имея длину около 1 м, на половину длины заделываются в старый бетон. Стержни ставятся в количестве 1 — 2 шт. на каждый квадратный метр стыка. На фиг. 177 показаны такие стержни дополнительной арматуры.

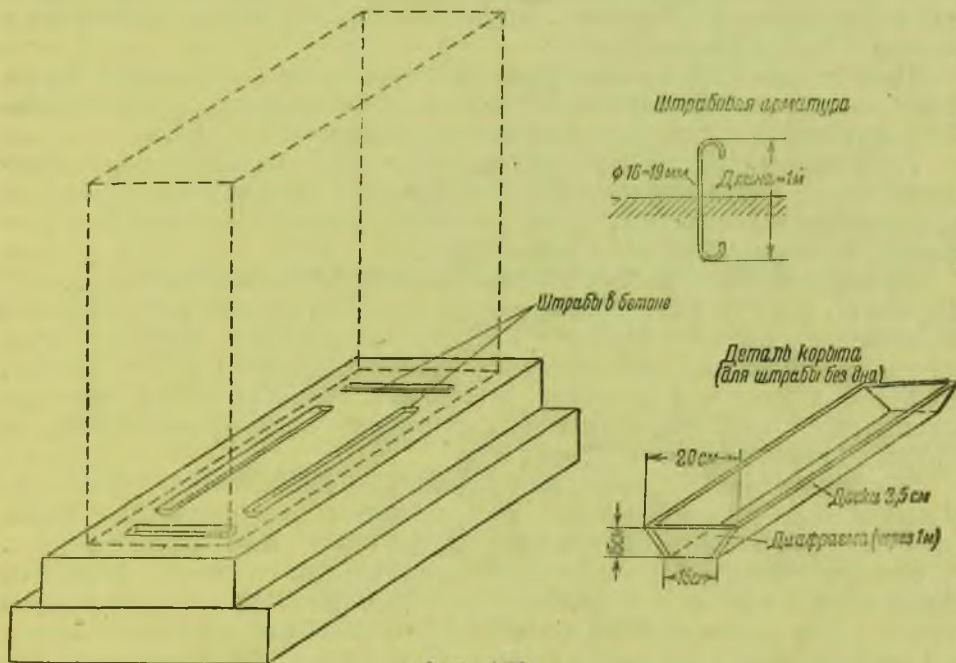
В железобетонных сооружениях дополнительной арматуры устанавливать не требуется.

Когда бетон затвердевает, то на его верхней поверхности обычно образуется пенная пленка, состоящая из всякого рода мелких составных частиц цемента, илистых и глинистых примесей, песка и гравия. Если положить на эту пленку новый бетон, то сцепление старого и нового бетона будет сильно ослаблено этой пленкой. Поэтому она

должна быть полностью удалена по всей поверхности рабочего стыка.

Удалять пленку следует вслед за окончанием схватывания бетона до отвердения пленки. В этом состоянии пленка удаляется протиркой бетона проволочными щетками. Если пленка уже отвердела, то ее нужно срубить зубилом на глубину не менее 5 мм.

Кроме пленки с поверхности старого бетона должны быть удалены разного рода загрязнения: нефтью, маслом, гудроном и т. п. Равным образом должны быть срублены разного рода слабые места, как то: рыхлые наплывы бетона, ноздреватости и т. п.



Фиг. 177

Перед бетонированием поверхность отвердевшего бетона промывается сильной струей воды, подаваемой под давлением. Лужицы воды, образовавшиеся в разного рода углублениях, должны быть удалены.

Для повышения сцепления старого бетона с новым перед укладкой нового бетона на старый поверхность рабочего стыка покрывается слоем цементного раствора состава 1 : 1 или 1 : 2 толщиной 1 — 3 см.

При этом необходимо организовать работу так, чтобы новый бетон был уложен на слой раствора до начала схватывания цемента этого слоя.

Укладывать новый бетон на старый можно после того, как старый бетон уже отвердел, иначе он при бетонировании будет расстроен и ослаблен.

Поэтому разрешается возобновлять бетонирование на старом бе-

тоне не ранее чем бетон приобретет 25% проектной прочности. В летних условиях (при температуре воздуха около 15°С) это соответствует перерыву в два дня.

6. Устройство катальных путей и эстакад в пределах сооружения

Во время подготовки к бетонированию должны быть намечены способы распределения бетонной смеси от места ее поступления по всему бетонируемому сооружению.

Самый простой способ распределения бетонной смеси заключается в разбрасывании ее лопатами. Однако переброску можно производить только на 2 — 2,5 м.

При спуске бетонной смеси металлическими хоботами путем отклонения гибкой колонны труб от вертикали можно распределять бетонную смесь в пределах окружности радиусом 1 — 1,5 м.

При необходимости распределения бетонной смеси на более значительные расстояния организуется развозка ее одноколесными или двухколесными тачками. Для движения тачек в пределах сооружения укладываются катальные пути.

При бетонировании чисто бетонных сооружений, т. е. сооружений без арматуры, эти пути можно укладывать на свежешелюженный бетон и поднимать по мере укладки каждого нового слоя. В этом случае катальные пути для одноколейных тачек устраивают в одну доску, по которой идет колесо тачки, а рабочий, везущий тачку, идет по бетону. Для двухколейных тачек катальные пути устраиваются из щитов шириной 1,3 м и длиной 2 м.

Весьма важным условием для успешной работы по бетонированию больших сооружений является укладка катальных путей так, чтобы по ним можно было производить кольцевое движение.

Главное кольцо путей укладывают с таким расчетом, чтобы с него можно было забетонировать главные части сооружения и чтобы оно оставалось во все время бетонирования без перекладки. К главному кольцу примыкают перекладные звенья, перекладываемые по ходу бетонирования.

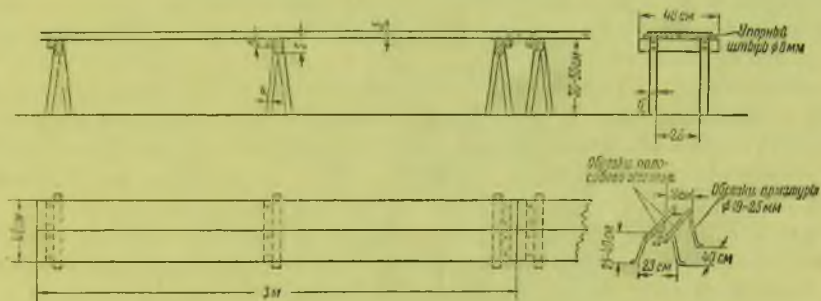
Например, если требуется забетонировать железобетонное балочное пролетное строение моста, состоящее из 2 ребер и плиты, их перекрывающей, то главные пути следует располагать вдоль ребер так, чтобы с них можно было забетонировать эти важные и имеющие наибольший объем части конструкции.

При бетонировании железобетонных сооружений катальные пути нужно располагать над арматурой и опирать их на опалубку, а не на стержни арматуры. При небольшой толщине бетонируемой конструкции опоры катальных путей делаются из дерева или обрезков арматурного железа.

На фиг. 178 показано устройство ходов для одноколесных тачек, поднятых на деревянных козелках. Ходы в этом случае нужно делать более широкие, чем при бетонировании чисто бетонных сооружений, так как ходить по арматуре нельзя, и каталь идет по уложенному ходу.

Козелки вынимаются из бетона до окончания схватывания бетона, и оставшиеся отверстия заполняются бетоном.

На той же фиг. 178 показан козелок из обрезков арматурного металла.



Фиг. 178

7. Общие соображения об уплотнении бетонной смеси

Уплотнение уложенной в сооружение бетонной смеси производится вручную или механически.

Постановлением СНК СССР от 17/XII 1937 г. «О мероприятиях по экономии портланд-цемента в строительстве» при объемах бетона на строительной площадке более 500 м^3 и наличии электроэнергии или сжатого воздуха механическое уплотнение бетонной смеси обязательно.

Бетон, укладываемый в искусственные сооружения железнодорожного транспорта, должен уплотняться механизированным путем. При уплотнении бетонной смеси вручную ее приходится в зависимости от пластичности или трамбовать или штыковать.

При малой пластичности бетонной смеси (жесткий бетон), при осадке конуса Абрамса от 0 до 2 см, она представляет собой рассыпчатую массу. В этой массе промежутки между камневидными частицами не заполнены цементным раствором, и для получения доброкачественного бетона бетонную смесь после укладки в форму необходимо усиленно трамбовать.

При применении бетонной смеси с большей пластичностью, т. е. с осадкой конуса Абрамса от 2 до 18 см, бетонная смесь не требует трамбовки. Такую массу требуется только несколько проштыковать через всю толщу, чтобы способствовать лучшему заполнению форм и просветов между арматурой.

Трамбование ручное можно заменить механической трамбовкой, причем в этом случае применяются трамбовки, действующие сжатым воздухом.

Основным способом механического уплотнения бетонной смеси является **вибрирование**.

При вибрировании бетонной смеси посредством особых приборов — вибраторов сообщаются весьма частые сотрясения (1 500 — 1 800 сотрясений в минуту). Под влиянием этих сотрясений значительно уменьшается трение между частицами бетонной смеси, она переходит в полужидкое состояние и стремится заполнить форму, причем пузырьки воздуха вытесняются на поверхность.

Основными преимуществами вибрирования по сравнению с ручным уплотнением являются:

1) возможность укладывать бетонную смесь с меньшей осадкой конуса; уменьшение количества воды в бетоне повышает его прочность; таким образом, применяя при вибрировании более жесткий бетон, получают экономию цемента на 10 — 12% по сравнению с бетоном, укладываемым ручным трамбованием;

2) повышение качества бетона: бетон получается более однородным, плотным и водонепроницаемым, чем при ручном трамбовании;

3) возможность более быстрой распалубки сооружений, так как нарастание прочности в бетоне, уплотненном вибрированием, идет быстрее, чем в бетоне, уплотненном вручную;

4) повышение производительности труда бетонщиков.

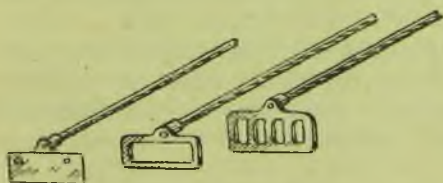
Однако вибрирование не применяется к бетону с осадкой конуса Абрамса выше 7 — 8 см, так как при вибрировании такого бетона возможно его расслоение. Кроме того, в данном случае экономии цемента не получается, а производительность труда при ручном трамбовании почти та же, что и при вибрировании.

8. Ручное уплотнение бетонной смеси

Жесткий бетон для хорошего уплотнения требует усиленного трамбования. Однако трамбование возможно лишь на некоторую глубину, а потому перед трамбованием бетонную смесь нужно распределить по сооружению горизонтальными слоями.

При крупном гравии и щебне толщина слоев равна 15 см, а при мелком гравии и щебне — 10 см.

Трамбование должно производиться до тех пор, пока на поверхности бетона не выступит пот (влага), что является признаком заполнения пустот.



Фиг. 179

Разравнивание бетонной смеси производится металлическими лопатками или скребками (фиг. 179). Для трамбования применяются деревянные трамбовки, обитые кровельным железом (фиг. 180).

Поданная на сооружение бетонная смесь отвозится на места разгрузки на тачках и разравнивается слоем 10 — 15 см. Затем уложенный

бетон начинают трамбовать, причем рабочие расставляются в ряд на расстоянии около 1 м один от другого. Рабочие производят трамбовку

перед собой и с боков, медленно передвигаясь по уложенному слою вперед. Когда весь слой, таким образом, пройден от одного конца до другого, производят трамбовку того же слоя в обратном направлении. Таких проходов по одному слою делается от 6 до 8. Когда уплотнение одного слоя закончено, начинают разравнивать второй слой, причем новыми порциями бетона покрывают в первую очередь дальние части сооружения, где бетон был раньше всего уложен. Это делается для получения монолитного бетона. Соединение нижнего слоя с верхним в одно целое получается только в том случае, когда новый слой кладется на свежий еще бетон, в котором схватывание цемента еще не закончилось, т. е. не позже чем через 3 часа (начало схватывания цемента через 1 — 2 часа, окончание через 5 — 8 час.).

Если количество бетона, подаваемого на сооружение, недостаточно, то для бетонирования отводится только часть сооружения, которую ограничивают временной опалубкой, и бетонируют только эту отведенную часть (блок). Когда бетонирование одного блока закончено, переходят к другому блоку, в это время первый твердеет. Покрывать блок новым бетоном можно только после достижения уложенным бетоном 25% проектной прочности.



Фиг. 180

Разрезку сооружения на блоки нужно сделать заблаговременно, причем должно быть соблюдено правило перевязки швов.

Пример разрезки фундамента мостовой опоры на блоки приведен на фиг. 181.

При бетонировании сооружений должно быть обращено особое внимание на получение гладких, хорошо проработанных наружных поверхностей, т. е. поверхностей, прилегающих к опалубке.

Прежде всего при распределении бетонной смеси необходимо накидывать ее на опалубку с силой. При таком накидывании гравий отскакивает от опалубки и на поверхность бетона не проступают крупные щебенки, делающие поверхность бетона шероховатой.

Кроме этого, необходимо тщательно протрамбовать бетон у опалубки. Это делается клиновидной железной лопатой или деревянной обитой кровельным железом подбойкой (фиг. 182).

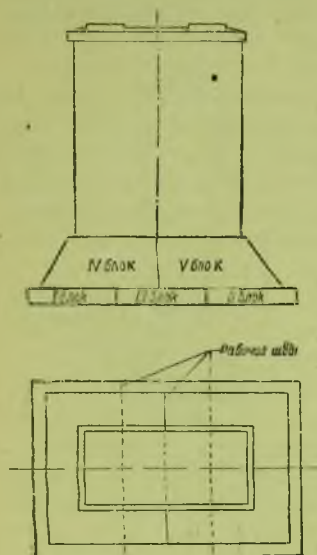
Пластичный бетон также распределяется по сооружению слоями по 15 — 20 см.

Каждый уложенный слой прорабатывается штыковками разной формы на полную глубину слоя. Форма применяемых штыковок зависит от характера бетонируемой конструкции. На фиг. 183 представлены штыковки, применяемые при бетонировании железобетонных балок и колонн.

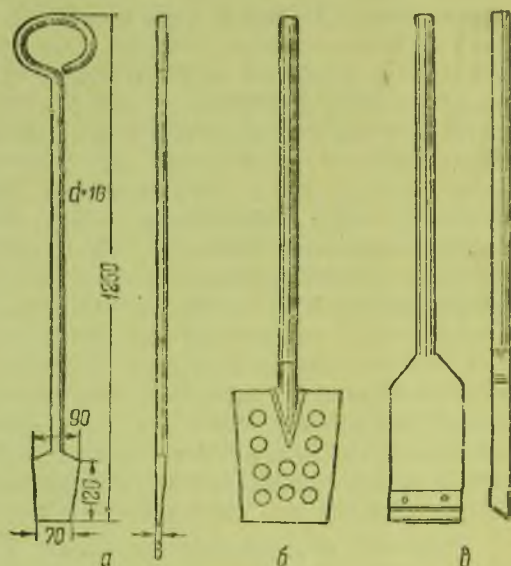
Когда штыкование закончено, уложенная масса (если не мешает арматура) уминается с поверхности гладилками (фиг. 184). Этими

гладилками легко ударяют по поверхности бетонной массы и разравнивают ее, с тем чтобы она плотнее заполнила форму.

У опалубки слой бетона прорезается клиновидными железными лопатами (фиг. 182,а) или дырчатыми лопатами (фиг. 182,б).



Фиг. 181



Фиг. 182

При прорезании бетона дырчатой лопатой ее втыкают в бетон у палубки, притягивая ручку лопаты к себе и отжимая бетон от опалубки. Раствор и мелкий гравий в это время проходят через отверстия в лопате к опалубке, а крупные щебенки отжимаются от нее.

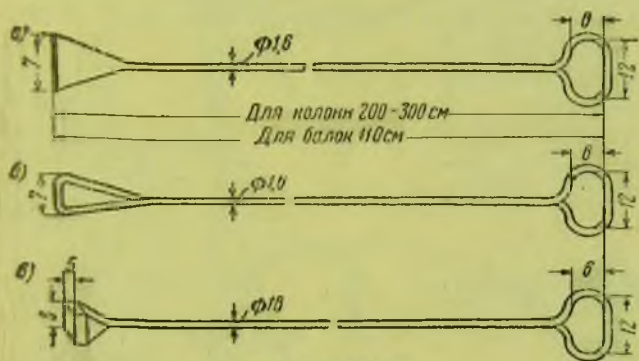
Одновременно со штыкованием необходимо организовать простукивание опалубки с внешней стороны деревянными молотками — барсами, что способствует также хорошей укладке бетона у опалубки.

9. Механическое трамбование бетона

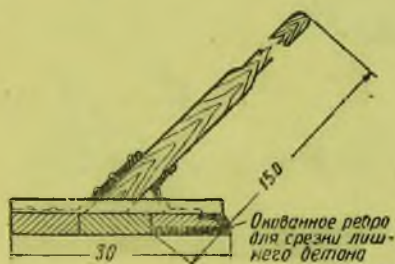
Механическое трамбование бетона трамбовками, приводимыми в действие сжатым воздухом, применяется только при жестком бетоне. Такая трамбовка (фиг. 185) выпускается заводом «Пневматика». Она имеет вес около 8 кг, число ударов бойка в минуту составляет 1200. Давление сжатого воздуха для приведения в действие трамбовки должно быть 5,5 — 6 ат. Сжатый воздух подается к трамбовке от компрессора по гибким резиновым шлангам.

10. Вибрирование

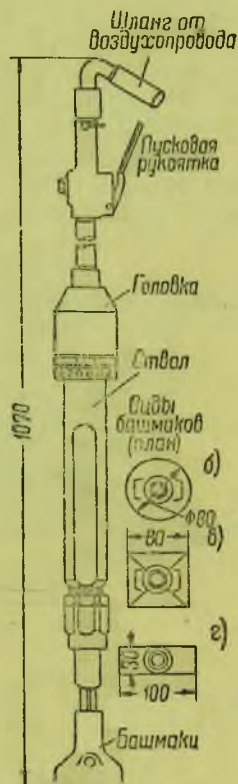
Действие вибратора. Рассмотрим действие так называемого поверхностного вибратора. Он представлен



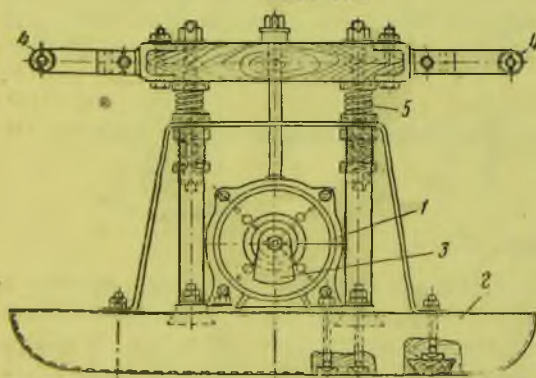
Фиг. 183



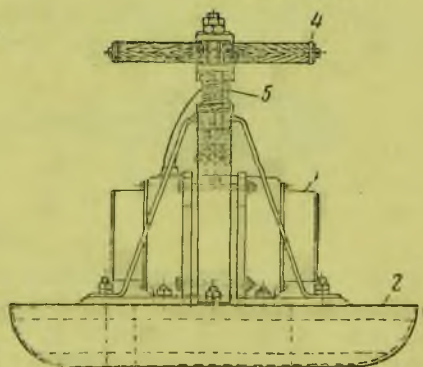
Фиг. 184



Фиг. 185



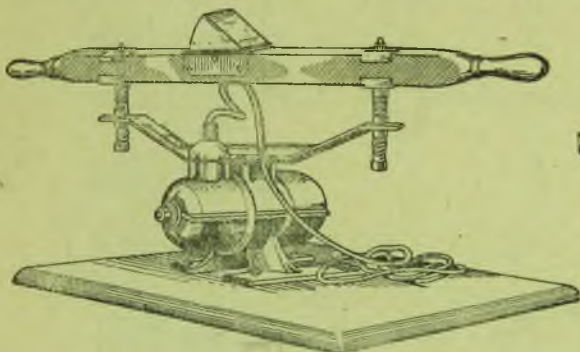
Фиг. 186



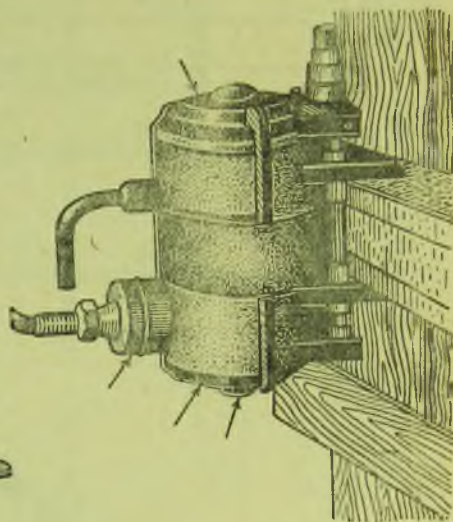
на фиг. 186. Вибратор состоит из следующих частей: электромотора 7, установленного на деревянной, обшитой кровельным железом пло-

щадке 2 размером 70×50 см. Площадка имеет деревянные ручки 4, при помощи которых вибратор передвигается с места на место. Ручки закреплены при помощи пружин 5, смягчающих сотрясения, передаваемые вибратором на руки рабочего. На ось электромотора насажен груз — эксцентрик 3, под влиянием которого при вращении электромотора (1 500 — 1 800 оборотов в минуту) ось его бьет по подшипникам; эти удары в виде сильной вибрации передаются на площадку вибратора, а затем бетону.

Типы вибраторов. Краткие технические данные о вибраторах выпускаемых заводами СССР,



Фиг. 187

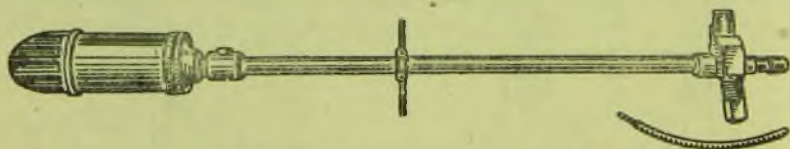


Фиг. 188

приведены в табл. 6, а общие виды даны на фиг. 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194.

Общие правила вибрирования бетонной смеси

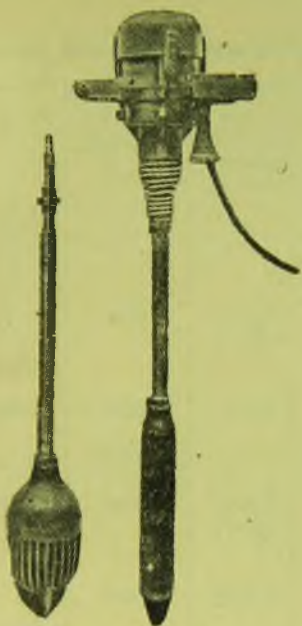
Каждый вибратор в зависимости от его типа имеет определенный радиус действия, в пределах которого бетонная смесь может быть им уплотнена. Поэтому вибраторы нужно расставить так, чтобы в бетоне



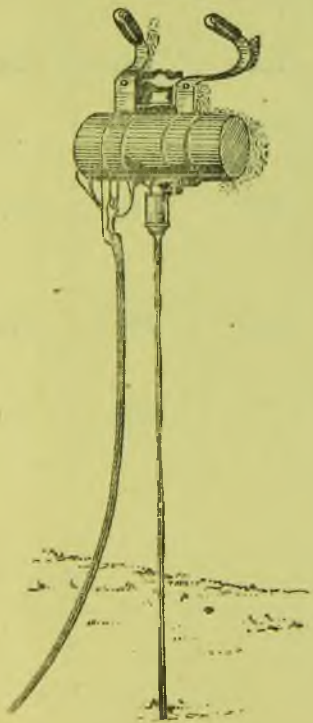
Фиг. 189

не оставалось неуплотненных мест. Ниже приводятся общие правила вибрирования вибраторами разных типов. Вибраторы переставляются из одного положения в другое при включенном моторе. Вообще мотор следует останавливать только тогда, когда по той или иной причине вибрирование прерывается.

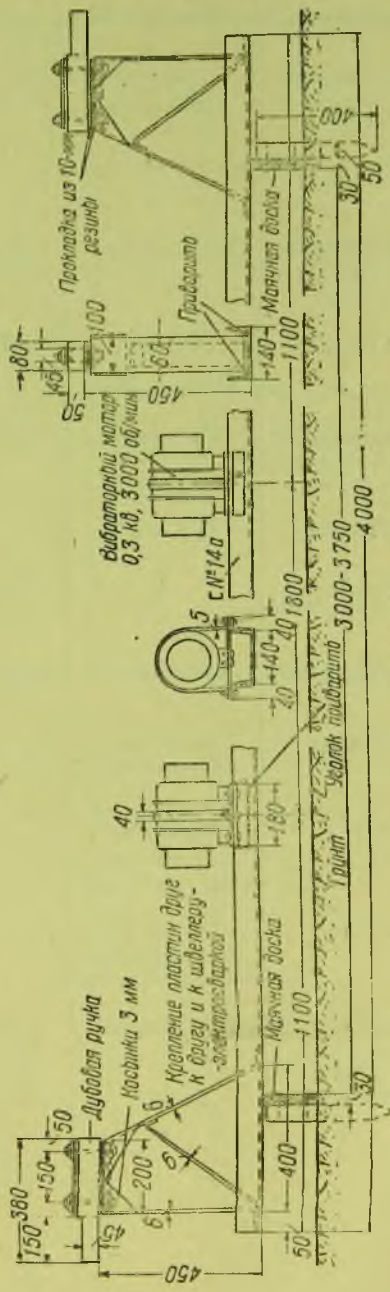
Поверхностные вибраторы. Поверхностные вибраторы описаны выше (фиг. 186). В выпускаемых заводами образ-



Фиг. 190



Фиг. 191



Фиг. 192

Техническая характеристика вибрато-

№ по пор.	Тип вибратора	Название вибратора	Род энергии	Обозначение модели	Мощность в вт	Вес в кг
1	Поверхностный	Площадочный	Электро-механический	СССМ-135-А	650	70
2	То же	То же	То же	УПВ	500	55
3	»	Виброрейка	»	—	2×500	Около 80
4	Наружный	Тисковый	»	СССМ-158-А	500	26,3
5	То же	То же	»	СССМ	380	20 без тисков
6	»	»	Пневматический	—	—	—
7	Внутренний	Вибролопата	Электро-механический	ВЛ-1	500	29
8	То же	Мощная вибролопата	То же	УВЛ-2	1 500	55
9	»	Вибратор со сменным наконечником — булавой	»	ВДР	900	20,
10	»	То же со стержневым наконечником	»	ВДР	900	17,5
11	»	Виброштык	Электро-магнитный	—	400	29
12	»	То же	Пневматический ударный	—	—	—

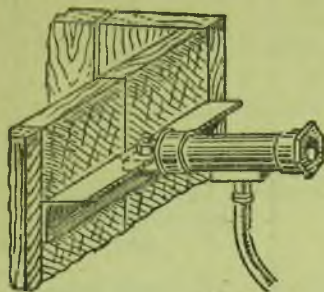
Примечание. Вибраторы, радиус действия и производительность

ров, выпускаемых заводами СССР

Радиус действия в см при бетоне с осадкой конуса			Производительность в м ³ в час при бетоне с осадкой конуса			Завод- изгото- витель
1—2	3—5	6—7	1—2	3—5	6—7	
—	—	—	—	—	—	Механический завод, Ростов-на- Дону
25—30	35—40	—	8—10	10—12	—	«Красный маяк»
—	—	—	—	—	—	Не установлено
—	—	—	—	—	—	Механический завод, Ростов- на-Дону
—	—	—	—	—	—	То же
—	—	—	—	—	—	Завод «Пневматика»
25—30	45—30	—	5—6	12—14	—	«Красный маяк»
40	60	—	20	40	—	Не установлено
25	30—45	—	5	10—12	—	«Красный маяк»
15—20	25—30	—	4	6—8	—	То же
—	25	45	—	4	6—8	Не установлено
—	—	—	—	—	—	Завод «Пневматика»

которых не показаны, не прошли полных испытаний.

цах вибраторов электромотор закрыт кожухом в целях безопасности. Они уплотняют слой бетона, расположенный под их площадкой. При перестановке вибратора площадка его должна перекрывать ранее провибрированный участок на 2 — 3 см, чтобы гарантировать надежное уплотнение бетона (фиг. 194).



Фиг. 193

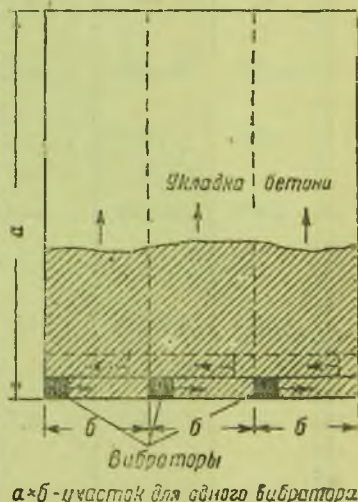
Работу следует организовать следующим образом (фиг. 195). Для каждого рабочего с вибратором отводится на сооружении полоса в 30 — 40 м². Сначала он вибрирует ее в поперечном направлении, проходя вибратором поперек отведенной полосы. Затем рабочий переставляет вибратор в продольном направлении и опять проходит ту же полосу поперек, подвигаясь в обратном направлении, и т. д. Толщина укладываемых слоев не должна превосходить глубины действия (радиуса) вибратора; последняя за-

висит от типа применяемого вибратора и от подвижности бетонной смеси.

Виброрейка (фиг. 192). Виброрейка представляет собой поверхностный двухмоторный или одномоторный вибратор, у которого



Фиг. 194



Фиг. 195

рабочей площадкой служит длинный (3 — 4 м) брус, по концам укреплены рукоятки для перестановки вибратора во время работы.

Виброрейка предназначена для уплотнения больших поверхностей — подготовки под фундаменты, для обработки верхнего слоя массива.

Н а р у ж н ы е в и б р а т о р ы (фиг. 188). Наружные вибраторы снабжаются обычно тисками, при помощи которых они укрепляются снаружи опалубки и производят ее сотрясение.

Устанавливаются они примерно через 0,75 — 1 м один от другого. Применяются при бетонировании тонких железобетонных стенок (не толще 30 см), железобетонных колонн (не толще 50 — 60 см), железобетонных труб и сводов, бетонируемых в двойной опалубке. Установка наружных вибраторов описана ниже при описании бетонирования прямоугольных железобетонных труб.

В и б р о л о п а т а (фиг. 189). Вибролопата состоит из мотора, заключенного в кожух диаметром 160 — 130 мм, причем мотор и кожух насажены на длинную штангу, служащую рукояткой вибратора.

На верху штанги расположен выключатель электромотора, а провода проходят внутри штанги.

Вибролопата погружается в бетон не глубже верхнего края цилиндрического кожуха; при вибрировании она все время слегка то опускается, то поднимается за рукоятку. Рукоятку нужно держать по возможности вертикально. По окончании вибрирования лопата медленно вынимается из бетона и переносится в другую точку, причем мотор не выключается.

Вибролопата применяется при бетонировании массивов, плит толще 30 см, колонн больших размеров, позволяющих ввести вибролопату внутрь колонны, балок больших размеров с редкой арматурой и т. п. Вибролопатой можно распределять бетонную смесь по сооружению, так что разравнивание обычными лопатами отпадает.

При применении вибролопаты достигается хорошее соединение последовательно положенных слоев бетона, а потому вибролопату следует применять во всех случаях, где толщина конструкции, ее сечение и густота арматуры допускают ее применение.

Несколько иную конструкцию в отношении расположения электромотора имеет вибролопата типа ВДР (фиг. 190) со сменными наконечниками. Электромотор помещен на верху штанги и он передает вибрацию лопате или наконечнику, прикрепленным внизу штанги. Наличие сменных наконечников в виде стержней (диаметром 60 мм) позволяет пользоваться этой вибролопатой при бетонировании конструкций с густой арматурой.

Расстояние, на которое следует переставлять вибролопату при вибрировании бетона, должно быть не больше 1,5 радиуса действия вибролопаты при перестановке в ряд и не больше 1,75 радиуса действия при перестановке в шахматном порядке. Перестановка в шахматном порядке обеспечивает повышение производительности вибратора. В табл. 7 указаны эти расстояния при двух способах перестановки вибролопат.

Допустимая толщина слоев бетонной смеси показана в табл. 8.

Ш т ы к о в о й в и б р а т о р. Он состоит из электромотора, заключенного в кожух, к которому снизу прикреплена трубка. В эту трубку вставляются сменные наконечники в виде стержней. Стержни погружаются в бетон и упираются в опалубку, передавая ей сотрясение. Эти вибраторы применяются при бетонировании конструкций

Таблица 7

Тип вибратора	Наибольшее расстояние при перестановке вибратора в см при следующих значениях осадки конуса Абрамса					
	1—2 см		3—5 см		7—8 см	
	Рядовая- переста- новка	Шахмат- ная пере- становка	Рядовая- переста- новка	Шахмат- ная пере- становка	Рядовая- переста- новка	Шахмат- ная пере- становка
Вибратор ВЛ-1	40—45	45—50	60—70	70—80	—	—
То же ВДР	30—40	35—45	50—60	60—70	—	—
Стержневой ВДР	25—30	30—35	35—40	40—45	40—50	45—55

Примечания: 1. Данные относятся к бетонной смеси на поргланд-цементе. При применении пуццоланового портланд-цемента указанные в таблице величины нужно уменьшить в 1,5 раза.

2. Меньшая величина относится к продолжительности вибрирования с одной позиции в 30 сек.; большая — к продолжительности в 60 сек.

Таблица 8

Тип вибратора	Допустимая толщина слоя бетонной смеси в см		
	нормальная	наибольшая	наименьшая
Вибролопата ВЛ-1	40	50	25
То же ВДР	30	40	20
Стержневой ВДР	40	45	30

Примечание. Наибольшее значение толщины уплотнения относится к бетонной смеси на портланд-цементе.

с густой арматурой при толщине конструкции не более 1,25 м.

Расстояние, на которое переставляются эти вибраторы, зависит от жесткости досок опалубки. В среднем наибольшее расстояние при перестановке не должно превышать 20—30 см. Нормальная толщина слоя бетонной смеси составляет 40 см, наибольшая толщина — 50 см. Недопустимо упираться вибраторы в арматуру и передавать колебание бетону через арматуру, так как этим можно нарушить сцепление бетона с арматурой в ранее забетонированном бетоне.

Пневматические вибраторы. Пневматические тисковые вибраторы выпускаются заводом «Пневматика».

Тисковые вибраторы состоят из цилиндра, куда впускается сжатый воздух. Цилиндр снабжен приливом с отверстием для болта, при помощи которого вибратор может быть прикреплен к опалубке.

При помощи прилива на цилиндре вибратора можно легко укрепить 2 или 4 вибратора на деревянном щите и получить поверхностный вибратор.

Продолжительность вибрирования при одном положении вибратора зависит от подвижности бетонной смеси и других обстоятельств и определяется бетонной лабораторией на ос-

новании опытов либо по внешним признакам, если опытов не было сделано. Признаками, по которым можно судить, что вибрирование в данном месте можно прекратить и вибратор можно переставить на другое место, являются:

- 1) прекращение оседания бетона;
- 2) горизонтальность поверхности слоя;
- 3) появление раствора на поверхности бетона;
- 4) приобретение бетоном однородного вида;
- 5) появление раствора и влаги в щелях и стенках форм;
- 6) хорошее заполнение форм.

Укладка бетона во избежание слоистости должна производиться непрерывно. При перерывах в бетонировании возобновление укладки и уплотнение вибрацией должны производиться с соблюдением следующих правил:

- 1) если перерыв длится менее 3 часов, то возобновление бетонирования с вибрированием разрешается без всяких предосторожностей;
- 2) если перерыв длится более 3 часов, то возобновлять бетонирование железобетонных сооружений можно при достижении бетоном 25% проектной прочности;
- 3) в массивных, неармированных сооружениях возобновлять бетонирование можно при любом перерыве. Если бетон схватился, то необходимо удалить пленку и положить слой раствора без гравия.

Выбор типа вибраторов, определение чисел их и подготовительные работы при организации вибрирования

При описании типов вибраторов, применяющихся в настоящее время, указано, где их нужно применять. В табл. 9 даны указания по выбору типа вибратора в зависимости от характера бетонируемой конструкции.

Для определения числа вибраторов, необходимых для бетонирования сооружения, нужно предварительно рассчитать, какое количество звеньев бетонщиков будет поставлено для бетонирования. Этот подсчет делается по производительности бетономешалки и по соответствующему отделу «Единых норм выработки», относящемуся, например, к бетонированию бетонных и железобетонных пролетных строений мостов, опор, труб и т. д.

Каждое звено нужно обеспечить следующим количеством вибраторов:

- 1) при бетонировании поверхностными вибраторами—один вибратор на звено;
- 2) при бетонировании внутренними вибраторами — два внутренних вибратора на звено;
- 3) при бетонировании наружными вибраторами—два-три наружных вибратора на звено;
- 4) при бетонировании внутренними вибраторами в соединении с поверхностными — один внутренний и один поверхностный вибратор на звено;

Наименование конструкций и их характер	Рекомендуемые типы вибратора
Подготовка, плиты толщиной 20—25 см	Поверхностный вибратор в плитах с двойной арматурой. Поверхностный вибратор в соединении со штыковым. Верх плиты заглаживать виброрейкой
Массивные конструкции, плиты толще 25 см, устои и быки мостов, своды коробовых труб	Вибролопата, верх конструкций заглаживается поверхностным вибратором или виброрейкой
Высокие конструкции, а также колонны не густо армированные	Вибролопата, в колоннах и стенках—вибролопата на тросе
Железобетонные балки, плиты и арки	Стержневые и штыковые вибраторы в соединении с наружными вибраторами
Тонкие железобетонные стенки надарочного строения мостов, железобетонные трубы, круглые трубы, густо армированные колонны	Наружные вибраторы

5) при бетонировании больших массивов внутренними вибраторами — на каждые 5 бетонщиков 4 вибролопаты.

Для бесперебойной работы по уплотнению бетона необходимо всегда иметь вполне исправные запасные вибраторы не менее одного из применяемых типов. Общее же количество вибраторов на постройке, учитывая необходимость их ремонта, должно быть на 30 — 40% больше числа действующих вибраторов.

Наибольшее распространение имеют электрические вибраторы. До начала работ по бетонированию необходимо подвести электроэнергию и устроить распределительные щитки для включения вибраторов в сеть. Для присоединения вибраторов к щитку следует применять гибкие изолированные провода, которые следует заключать в резиновый шланг диаметром 12 мм. Для свободного маневрирования вибратором длина шланга (провода) должна быть не менее 10 — 14 и не более 25 м.

Питание пневматических вибраторов производится от компрессорной установки, которая должна давать сжатый воздух давлением 6 — 7 ат. Сжатый воздух подводится к вибраторам гибкими резиновыми шлангами диаметром 16 мм при длине подачи 10 — 15 м. При большей длине нужно применять железные трубы, от которых сжатый воздух подводится к вибраторам резиновыми шлангами.

Техника безопасности при обращении с вибраторами

Перед работой вибраторы должны быть проверены электротехником. Корпусы вибраторов должны быть заземлены. Электропро-

водка для питания вибраторов должна быть устроена с соблюдением правил по устройству электросетей на строительных работах с применением изолированных проводов. Рубильники (фиг. 196) на распределительном щите для включения отдельных вибраторов должны быть защищены крышками. Эксцентрики вибраторов должны быть всегда закрыты крышками. Наружные вибраторы должны быть подвешены на тонком тросе или бечевке во избежание возможного их падения при ослаблении тисков.

Рабочие-вибраторщики должны быть снабжены резиновыми сапогами и резиновыми перчатками во избежание поражения электрическим током.

При работе с пневматическими вибраторами рабочие должны быть снабжены защитными очками с простыми стеклами, которые они должны надевать при исправлении прорывов резинового шланга, при продувке воздухопровода и во всех случаях, когда возможно засорение глаз струей загрязненного воздуха.

§ 24. УХОД ЗА ВОЗВЕДЕННЫМИ БЕТОННЫМИ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ. ИХ РАСПАЛУБКА. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА БЕТОНА

1. Уход за возведенными сооружениями

Уход за возведенными бетонными и железобетонными сооружениями должен заключаться в создании для них таких условий, которые способствовали бы лучшему твердению бетона. Так как наиболее сильное нарастание прочности бетона наблюдается в первые 7 — 10 дней, то и уход за бетоном важно обеспечить в первое время после его укладки.

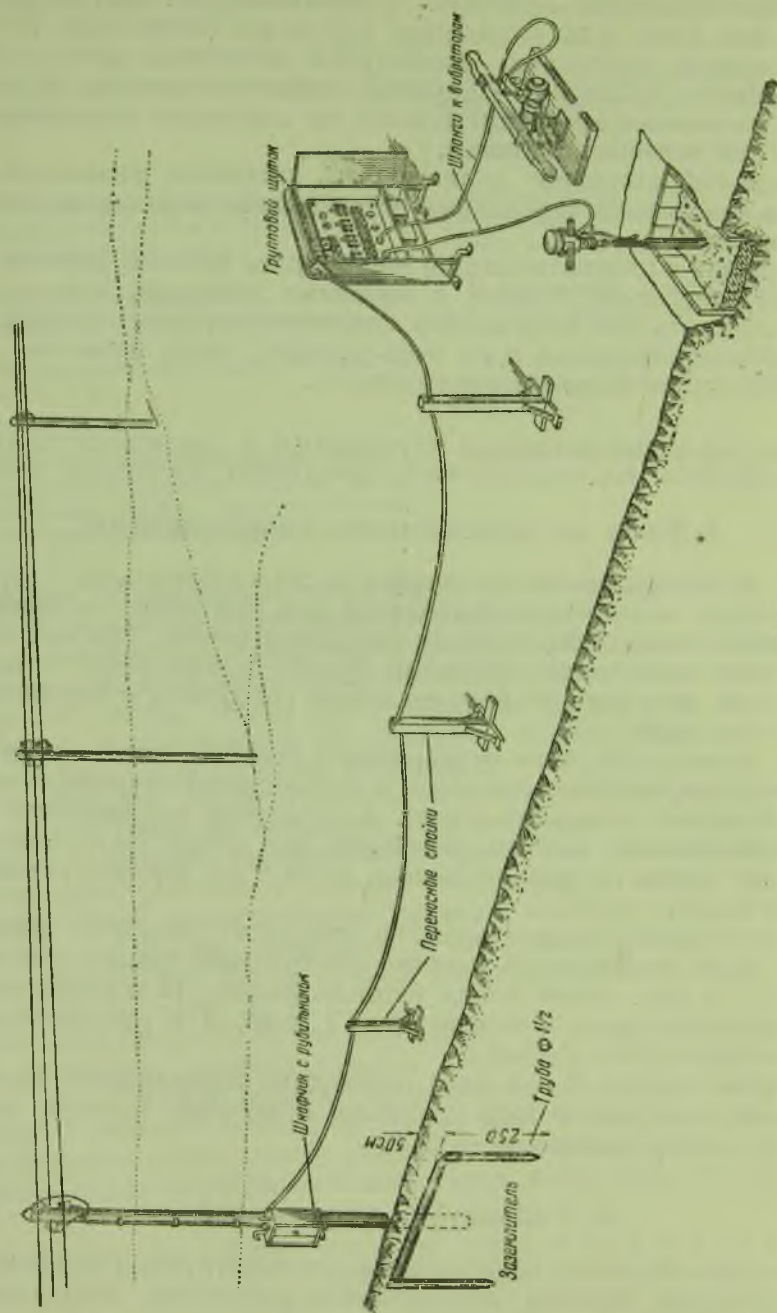
В это время необходимо поддерживать бетон в состоянии постоянной влажности, поливая его водой и предохраняя открытые поверхности бетона от испарения влаги. Сооружения покрываются мешками, соломенными матами, рогожами или слоем песка толщиной в 2 — 3 см; время от времени мешки, маты и пр. следует увлажнять поливкой водой.

Поливку нужно производить из пожарных шлангов; начинать поливку надо только после полного схватывания цемента (не ранее чем через 12 час. после конца бетонирования). В жаркую погоду нужно поливать бетон в течение 5 — 7 дней, а в прохладную погоду — в течение 3 — 5 дней.

В течение первых 2 — 4 дней необходимо предохранять бетон от сотрясений, нагрузок в виде установки подмостей, прохода людей, подвозки по нему материалов и т. п.

2. Распалубка сооружений

Распалубка бетонных и железобетонных конструкций производится при достижении бетоном определенной прочности, составляющей некоторый процент от проектной прочности, причем этот процент тем выше, чем важнее распалубливаемая часть сооружения.



Фиг. 196

Так:

1) удаление боковых частей опалубки и форм, не несущих на себе нагрузки от веса бетона, производится при достижении бетоном не менее 25% от его проектной прочности;

2) удаление горизонтальной опалубки плит и сводиков при пролетах не более 2,5 м производится по достижении бетоном не менее 50% проектной прочности;

3) распалубка прочих частей несущих конструкций средних пролетов производится по достижении бетоном не более 70% проектной прочности;

4) необходимая для распалубки арок, сводов и других конструкций больших пролетов прочность бетона устанавливается каждый раз особо в зависимости от напряжений, возникающих в момент распалубки, по достижении не менее 70% проектной прочности.

Прочность бетона устанавливается на основании испытания пробных кубиков бетона, хранящихся в условиях, тождественных условиям забетонированного сооружения.

Перед распалубливанием (особенно несущих частей конструкций) рекомендуется произвести осмотр сооружения и проверить прочность бетона простукиванием, пробой зубилом и тому подобными средствами, чтобы убедиться в прочности бетона во всех частях сооружения.

Если испытания пробных кубиков не производятся, то приблизительные сроки распалубки можно определить, руководствуясь данными, приведенными в табл. 10.

Распалубку сооружений нужно производить осторожно, без толчков и ударов, чтобы не повредить еще не окончательно окрепший бетон.

Каждая бригада распалубщиков снабжается особыми ломami, служащими для отделения досок опалубки от бетона и для выдергивания гвоздей. Очень часто при установке опалубки фундаментов и тела опор мостов применяют проволоочные стяжки и тяги из круглого железа, снабженные гайками. Поэтому распалубщиков нужно снабжать кусачками, зубилами и молотками, а также гаечными ключами.

Первоначально производится удаление частей опалубки, поддерживающих боковые поверхности сооружения, затем распалубливаются плиты и второстепенные части сооружения и, наконец, распалубливаются главные несущие части сооружения.

При распалубке главных частей конструкции, перекрывающих пролеты, необходимо освободить конструкцию от поддерживающих ее подмостей. Для плавного опускания этих подмостей в них устраиваются раскружаливающие приспособления в виде клиньев, кобылок, песочных цилиндров, домкратов. Для арочных мостов больших пролетов порядок раскружаливания разрабатывается заранее и точно соблюдается при раскружаливании.

3. Контроль качества бетона

Для осуществления контроля за производством бетонных и железобетонных работ, контроля качества бетона, помощи строителям в отношении выбора надлежащих материалов и подбора состава бетона организуется бетонная лаборатория. Бетонная

Таблица 10

Сроки распалубки (при бетоне, достигающем 100% проектной прочности после твердения в течение 28 дней при температуре 15—16°C)

Наименование распалубливаемых конструкций и примененных цементов	Необходимая часть от расчетной прочности бетона	Сроки накопления достаточной для распалубки прочности за период твердения (в днях) при следующих среднесуточных температурах твердения						
		1°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
Колонны, боковые поверхности балок и т. п.	20—25 кг на 1 см ³	—	—	—	—	—	—	—
Бетон на портланд-цементе марки 300—400	—	10	7	4,5	4	3	2,5	2
То же марки 500—600	—	7,5	5,5	3,5	3,0	2,5	2	1,5
Бетон на пуццолановом или шлакопортланд-цементе марки 250—300	—	16	11	7	5	3,5	2,5	2
Плиты и своды пролетом до 2,5 м и заготовленные на стороне конструкции	50%	—	—	—	—	—	—	—
Бетон на портланд-цементе марки 300—400	—	20	12	8	7	6	5	4
То же марки 500—600	—	15	9	6	5,5	4,5	4	3
Бетон на пуццолановом или шлакопортланд-цементе марки 250—300	—	35	22	14	10	8	7	6
Плиты и своды пролетом более 2,5 м, балки и прочие конструкции	70%	—	—	—	—	—	—	—
Бетон на портланд-цементе марки 300—400	—	35	24	16	12	10	9	8
То же марки 500—600	—	30	20	12	9	7,5	7	6
Бетон на пуццолановом или шлакопортланд-цементе марки 250—300	—	60	36	22	16	14	11	9
Инженерные сооружения больших пролетов	100%	—	—	—	—	—	—	—
Бетон на портланд-цементе марки 300—400	—	50	40	35	30	27	24	20
То же марки 500—600	—	45	40	35	30	24	20	16
Бетон на пуццолановом или шлакопортланд-цементе марки 250—300	—	90	60	40	30	28	26	22

Примечания: 1. Температурой твердения считается среднесуточная температура воздуха, а при подводном бетонировании — среднесуточная температура воды.

2. За температурой воздуха необходимо аккуратно наблюдать во все время возведения и твердения сооружения, а данные наблюдения записывать в журнал, который ведется на стройке.

лаборатория организуется на месте постройки, если количество укладываемого бетона равно 2 000 м³ и выше. На особо ответственных железобетонных работах бетонная лаборатория организуется и при меньшем объеме бетонных работ.

Сотрудники бетонной лаборатории осуществляют непрерывный контроль за качеством всех материалов, производят подбор состава бетона, проверяют в натуре дозировку материалов и воды для бетона, следят за тщательностью укладки бетона и уходом за ним, ведут измерение температуры воздуха и материалов для бетона и самого бетона при зимних работах.

Для проверки качества бетона во время производства работ в бетонной лаборатории изготавливают из бетона, идущего в сооружение, контрольные бетонные кубики размером $20 \times 20 \times 20$ см. Кубики испытываются в какой-либо механической лаборатории (в Центральном управлении строительства или в большом городе, где имеются высшие технические учебные заведения). Здесь их раздавливают на особых прессах и определяют временное сопротивление бетона на сжатие.

Контрольные кубики изготавливаются одновременно по три штуки, причем их изготавливают:

- 1) на каждую марку бетона;
- 2) на каждую отдельную часть конструкции, характерную по действующим в ней усилиям;
- 3) на каждые $100 - 150 \text{ м}^3$ бетона в чисто бетонных конструкциях и на каждые $50 - 100 \text{ м}^3$ бетона в железобетонных конструкциях. Кубики изготавливаются в особых разборных формах металлических или деревянных (фиг. 140).

В бетонной лаборатории ведется специальная книга, в которой записываются результаты испытания материалов и контрольных кубиков бетона. Книга предъявляется приемочной комиссией при сдаче сооружения в эксплуатацию. Кроме этого, на производстве работ техническим персоналом постройки ведется журнал производства бетонных и железобетонных работ. Этот журнал также предъявляется при сдаче сооружения в эксплуатацию.

§ 25. БУТОБЕТОН

В целях экономии цемента при бетонировании массивных конструкций без арматуры или с редкой арматурой допускается в бетон втапливать бутовый камень (изюм) в количестве не свыше 30% объема кладки и равномерно распределять его в толще бетона. При этом камень должен укладываться на расстоянии не менее $1/2$ наибольшего размера камня от наружной поверхности бетонного сооружения, а особо крупные камни не ближе чем на 30 см от наружной поверхности бетона. Камень не должен соприкасаться с железной арматурой.

Камень для изюма должен быть предварительно испытан в лаборатории на механическую прочность; прочность его должна быть не ниже прочности гравия или щебня, применяемых как заполнители в бетоне. Камень должен быть перед укладкой отобран и тщательно очищен и промыт сильной струей воды. При отборе все камни, имеющие трещины и слабые прослойки (верхняк), выкидываются. Должны браковаться также сильно окатанные камни.

Камни втапливаются в уложенный бетон до его уплотнения, причем не вплотную один к другому, а с промежутками, допускающими уплотнение бетона. Техническими условиями Наркомстроя не разрешается втапливать камни в бетон, уже уплотненный вибраторами. Нельзя втапливать камни также в бетон, который уже начал схватываться.

§ 26. ПОДВОДНОЕ БЕТОНИРОВАНИЕ

К подводному бетонированию приходится прибегать в тех случаях, когда основание сооружения расположено ниже поверхности воды и воду нельзя удалить водоотливом. Хотя бетон на портландцементе (и его разновидностях) может твердеть под водой, но при подводном бетонировании многие условия осложняют бетонирование и могут повести к ухудшению качества бетона. Во-первых, место бетонирования недоступно для осмотра и бетон нельзя уплотнить трамбованием. Во-вторых, на прочность бетона имеет большое влияние наличие воды, а особенно проточной. Последняя может значительно ослабить прочность подводного бетона. Поэтому подводное бетонирование всегда производится в огражденном пространстве. Из нескольких способов подводного бетонирования на постройке искусственных сооружений допускается только способ погружения бетона через неподвижные в плане трубы—так называемый ш в е д с к и й с п о с о б.

При этом способе бетонирования применяются железные с раструбом (воронкой) сверху трубы диаметром 30 см, которые устанавливаются на дно бетонируемого участка (фиг. 197). При первоначальном наполнении воронка закрывается внизу заслонкой, и когда воронка доверху наполнится бетоном, ее открывают и бетон устремляется в трубу, вытесняя перед собой воду. Наполняют трубу бетоном с таким расчетом, чтобы уровень бетона установился в трубе выше горизонта воды. После этого приподнимают немного трубу, причем бетон начинает вытекать, поднимаясь выше низа трубы. Дальнейшим постепенным приподниманием трубы с добавлением бетона в воронку добиваются того, что уровень бетона устанавливается выше низа трубы на 1 м. После этого дальнейшее добавление и поднятие трубы ведут таким образом, чтобы над низом трубы был метровый слой бетона. Труба состоит из отдельных звеньев, которые по мере поднятия вверх слоя бетона постепенно снимаются.

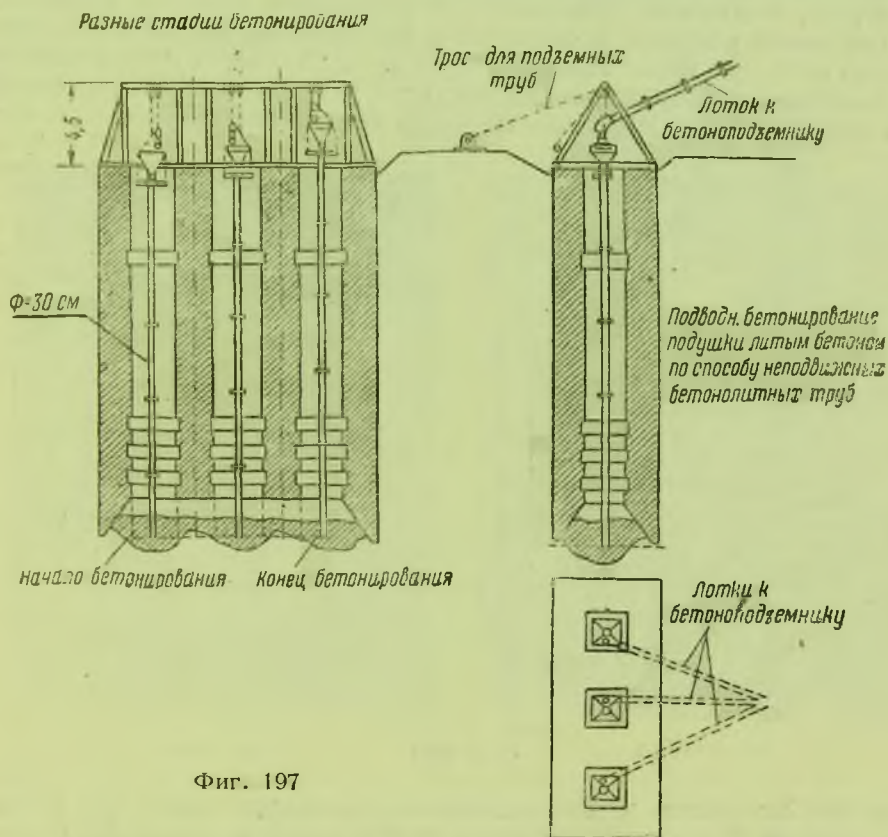
В этом способе бетонирования с водой соприкасается только один и тот же верхний слой, который по мере бетонирования все время поднимается добавляемыми порциями бетона. Таким образом, влияние на бетон воды исключается и бетон получается однородный, высокой прочности, без всяких прослоек.

Для бетонирования необходимо применять литой бетон с осадкой конуса Абрамса не менее 12 см. Количество цемента должно быть увеличено на 10% против нормального для требуемой марки, и, во всяком случае, на 1 м³ бетона нужно брать не менее 350 кг цемента.

Пределом растекания бетона в сторону (радиус действия трубы) считается 3 — 3,5 м. При больших размерах бетонируемого сооруже-

ния ставится несколько труб или сооружение разделяется на отдельные блоки размером 6×6 м, которые бетонируются один за другим.

Работа по бетонированию должна производиться без перерыва, и бетон должен подаваться в таком количестве, чтобы верхний слой бетона, который не обновляется, не успел до конца бетонирования затвердеть. Когда бетонирование закончено, бетону дают твердеть под водой до достижения им 50% проектной прочности и тогда про-



Фиг. 197

изводят откачку воды и в дальнейшем ведут кладку насухо. Верхний слой бетона, если он пострадал от соприкосновения с водой, разбирают на некоторую глубину и заменяют новым.

§ 27. ОТДЕЛКА НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Наружные поверхности бетонных и железобетонных сооружений можно: а) оставлять без облицовки; б) облицевать; в) устроить покрытие этой поверхности.

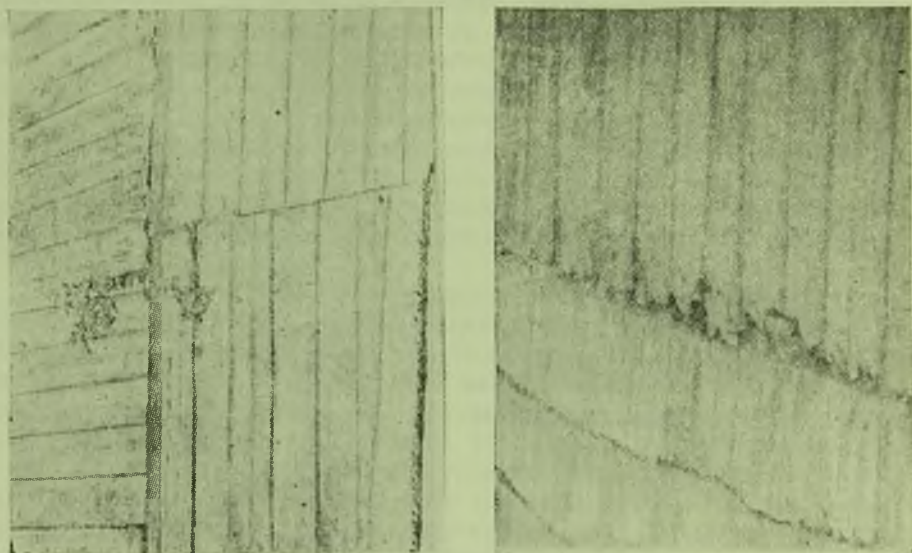
Облицовка сооружений применяется следующих типов: а) тяжелая облицовка, укладываемая по мере возведения сооружения; б) легкая

навесная облицовка, устраиваемая после окончания сооружения, и в) облицовка из плавленого базальта, устраиваемая одновременно с бетонированием сооружения.

1. Бетон без облицовки

Для создания высококачественной наружной бетонной поверхности необходимо: во-первых, устроить тщательным образом опалубку и, во-вторых, тщательно укладывать и трамбовать бетон у опалубки.

При плохо устроенной опалубке и при наличии щелей в опалубке раствор из бетона будет вытекать через щели. Это ведет к образованию шероховатых, иногда лишенных раствора мест на поверхности бетонного сооружения, а шероховатые места портят вид сооружения, соз-



Фиг. 198

дают слабые места в бетоне. Если отдельные доски сдвигаются под напором бетона, то это ведет к образованию наплывов бетона, также портящих внешний вид сооружения.

На фиг. 198 представлен вид бетонной поверхности, имеющей много недостатков от следующих причин: а) неплотностей в опалубке — вытекания раствора и оголения щебенки (фиг. 198, слева); б) податливости опалубки — образования наплывов бетона (фиг. 198, справа). Последующие затирки цементным раствором поверхности бетонного сооружения с целью исправления недостатков плохо сцепятся со старым бетоном, являются слабыми местами и остаются заметными не только в свежем их состоянии, но и вообще с течением времени.

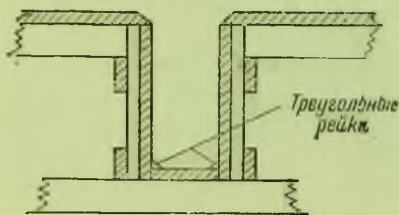
Поэтому от опалубки бетонных и железобетонных сооружений необходимо требовать, чтобы обращенная к бетону поверхность ее

была гладкой и ровной. Для этого опалубка видимых поверхностей этих сооружений должна быть изготовлена:

1) из досок одной толщины машинной распиловки; доски должны быть со стороны, обращенной к бетону, остроганы и сплочены между собой в четверть или в шпунт;

2) из досок одной толщины, не строганных, но обшитых со стороны, обращенной к бетону, фанерой.

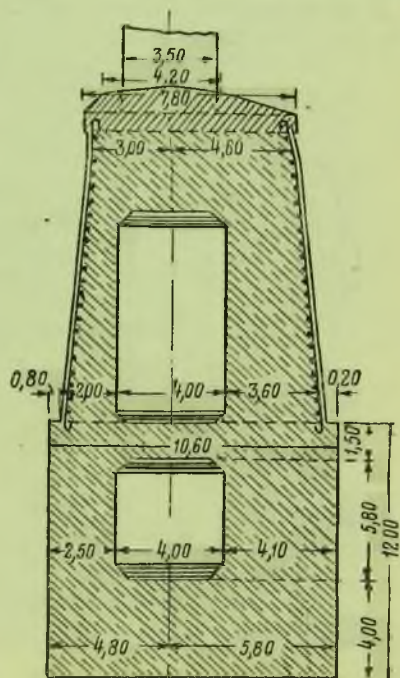
В углах форм должны быть пришиты треугольные рейки с размером сторон 25 мм (фиг. 199). Опалубка поверхностей, засыпаемых землей или уходящих под воду, делается из нестроганных досок. В этом случае также рекомендуется сплавивать доски опалубки в шпунт или в четверть и, во всяком случае, делать опалубку из чисто



Фиг. 199



Фиг. 200



Фиг. 201

обрезных досок. Во избежание податливости досок их необходимо плотно обжимать ребрами из чисто обрезных брусьев. Ребра не должны закрепляться проволоочными стяжками, которые часто сдают, а должны закрепляться стяжными болтами (фиг. 200). Стяжки можно применять только для второстепенных конструкций.

При возведении бетонных и железобетонных сооружений иногда требуется получить особо прочную поверхность сооружений, например в опорах мостов, особенно если эти опоры будут подвержены ударам льда, плотов и т. п.

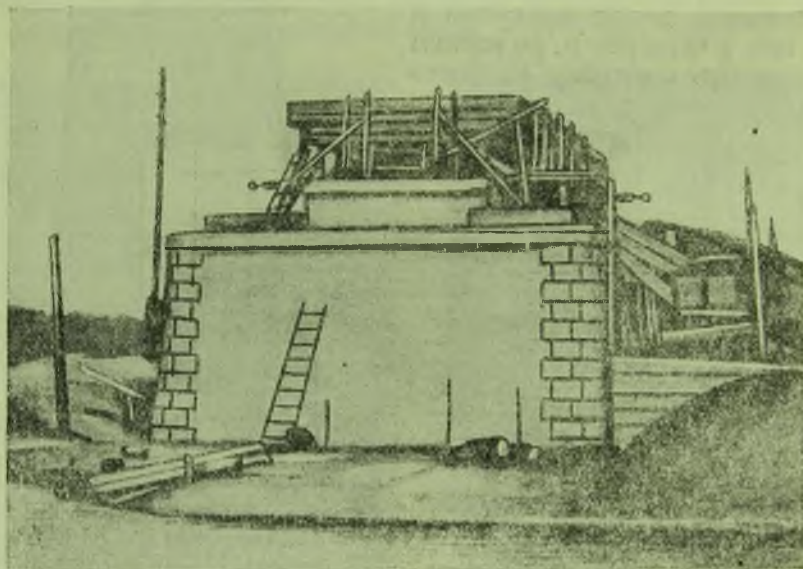
В таком случае наружную поверхность их усиливают металлической сеткой из круглой стали диаметром 6 — 10 мм, забетонированной у поверхности. Расстояние между прутьями сетки колеблется от 10 до 25 см.

Эта сетка создает вокруг опоры крепкую оболочку, повышающую сопротивление бетона и препятствующую выкрошиванию его.

Пример устройства защитной сетки представлен на фиг. 201.

Иногда поверхность бетонных опор украшают бетоном, создающим впечатление облицовки. Для этого на опалубке сооружения до начала бетонирования нашивают рейки, образующие швы облицовки (фиг. 203). Рейки для облегчения отделения опалубки от бетона делают суживающимися к наружной стороне. Вид мостовой опоры, забетонированной с такого рода опалубкой, приведен на фиг. 202.

Для придания бетону вида, напоминающего естественный камень, производится обработка его поверхности каменотесными инструмен-



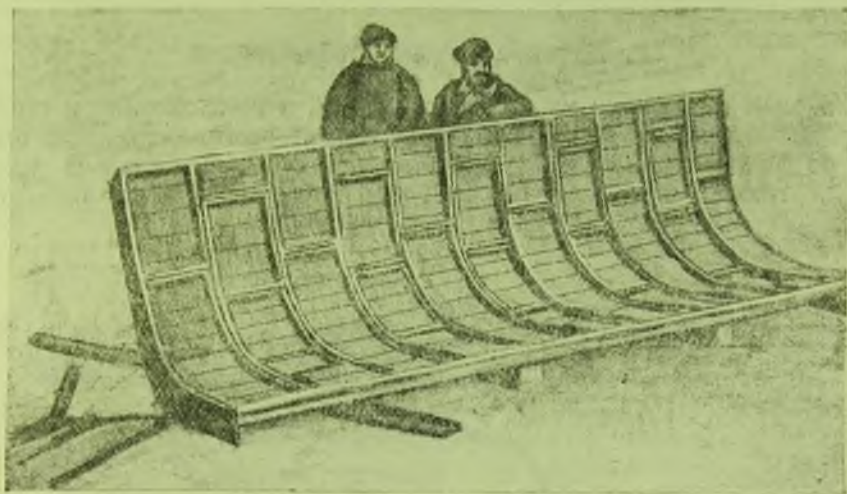
Фиг. 202

тами. При этой обработке сбивается цементная пленка и обнажаются заполнители бетона. Такого рода обработка производится после твердения бетона в течение 1 — 1,5 месяцев, иначе отдельные щебенки будут выламываться.

Обработка производится насечкой или наковкой стальным зубчатым молотком или бучардой. В жилищном строительстве эта обработка иногда механизмуется, причем применяются электрические или пневматические лицеватели.

Для придания поверхности бетона более красивого вида готовят при постройке мостов в пределах городов бетон, например, из отборного каменного материала: гранитного щебня определенного цвета, мраморной крошки и пр. Однако бетонировать все тело опоры этим бетоном было бы дорого, поэтому бетон с отборным каменным материалом помещают только у поверхности слоем толщиной около

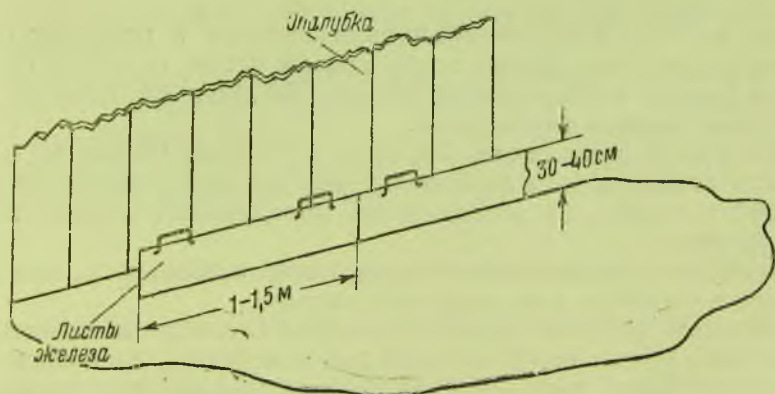
10 см. Такой бетон называется облицовочным бетоном. Укладка и трамбование такого бетона производится одновременно с бетоном ядра сооружения. При бетонировании необходимо принимать меры, чтобы облицовочный бетон не смешивался с бетоном ядра сооружения.



Фиг. 203

Для этого служат узкие длинные листы котельного железа толщиной 3 — 5 мм и длиной 1 — 1,5 м, снабженные ручками (фиг. 204).

Если сооружение имеет криволинейные поверхности, то часть листов изгибается по радиусу закругления сооружения.



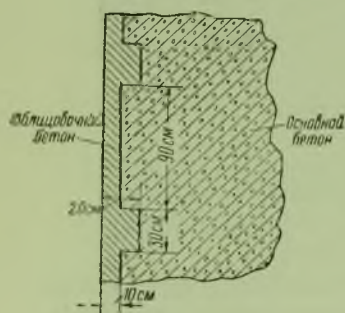
Фиг. 204

Листы расставляются примерно на расстоянии 10 см от опалубки. После засыпки облицовочного бетона листы подпираются камнями и начинается укладка слоя рядового бетона для заполнения ядра со-

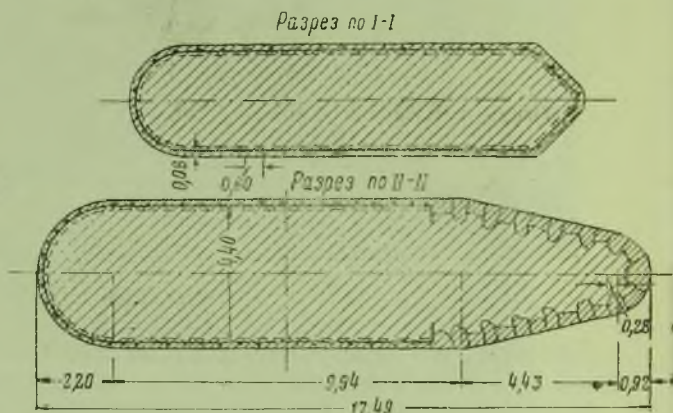
оружения. После укладки рядового бетона разделяющие листы вынимаются и производится совместное уплотнение бетона. При укладке облицовочного бетона через 2 — 3 слоя листы в одном слое отодвигают от опалубки на 20 см; этим достигается лучшая связь облицовочного бетона с телом опоры. На фиг. 205 представлен разрез бетонной кладки с облицовочным бетоном.

2. Бетон с тяжелой облицовкой

Тяжелая облицовка из штучных камней в виде ложков и тычков, входящих в тело опоры, устраивается или по всей поверхности опоры или по тем поверхностям, которые подвержены сильным ударам льдин, плотов и т. п. На фиг. 19 представлен бык одного из



Фиг. 205



Фиг. 206

больших местов. Тяжелая облицовка сделана в пределах подъема высоких вод в реке. Выше этого уровня бетон оставлен без облицовки и усилен металлической сеткой. На фиг. 206 показаны горизонтальные разрезы этого быка.

В последние годы опоры больших и средних мостов по всем поверхностям выше обреза фундамента обычно облицовываются на полную высоту опоры, за исключением поверхностей устоев, засыпаемых землей.

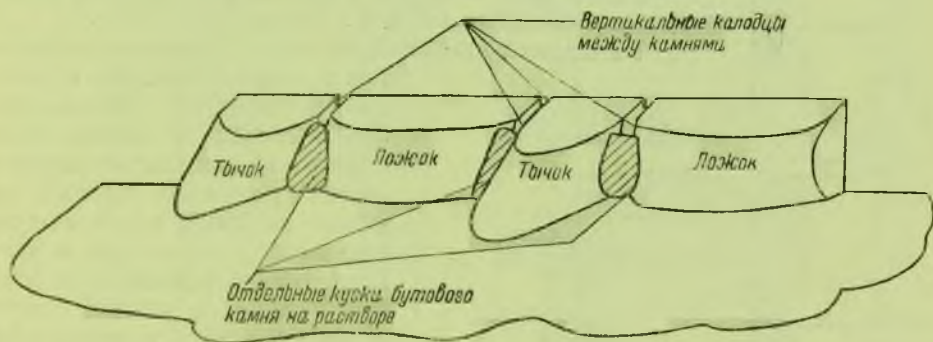
Устройство облицовки имеет следующие особенности, связанные с применением бетона для ядра сооружения.

В каждом ряду облицовка наवरстывается до заполнения ядра сооружения. Когда облицовочный ряд наверстан, производится заполнение бетонной кладкой ядра сооружения на высоту установленного ряда облицовки. Хвостовые части облицовочных камней входят в бетонную кладку; этим достигается связь облицовки с ядром сооружения.

Возле заусенков двух соседних камней облицовки (тычка и ложка) нужно образовать небольшие вертикальные колодцы, через ко-

торые производится заливка швов облицовки жидким цементным раствором. Их нужно отгородить от бетона, для того чтобы, с одной стороны, бетон не попал в колодцы, что будет препятствовать заливке колодцев, а с другой, — нужно создать бетону упор при его уплотнении, иначе в этом месте его нельзя будет протрамбовать и это место не будет уплотнено. В этих местах до начала бетонирования ядра сооружения ставятся отдельные куски бутового камня на цементном растворе или короткие доски. Последние вынимаются после укладки ядра сооружения перед заливкой колодцев раствором цемента. Ограждение колодцев (фиг. 207) бутовым камнем лучше, чем ограждение досками, так как при удалении досок можно повредить бетон ядра или сдвинуть установленные камни облицовки.

Если постановка рядов облицовки производится медленно и нижележащий слой бетона успевает схватиться полностью, то для связи



Фиг. 207

слоев бетона необходимо устраивать в нем штрабы или втапливать в него камень.

Когда бетонная кладка ядра в ряду закончена, производят осмотр ее и расчистку колодцев с целью устранения всех возможных препятствий при заливке колодцев в виде подтеков бетона и пр. Затем производятся промывка колодцев водой и их заливка так же, как это делается при каменной кладке.

3. Бетон с навесной облицовкой

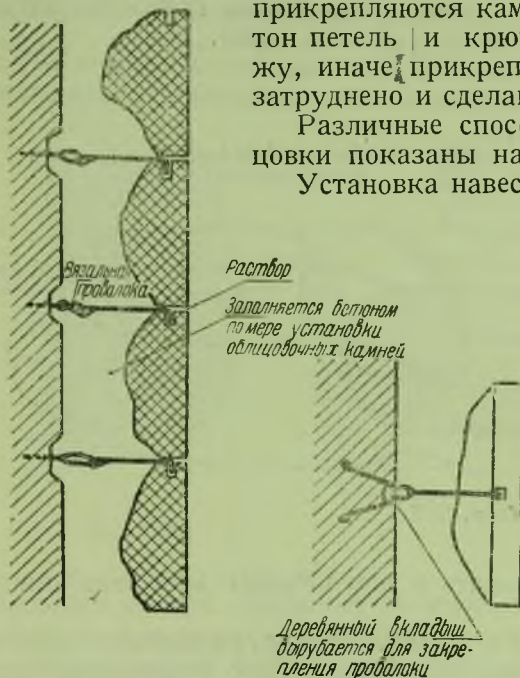
Навесная облицовка представляет собой тонкие плиты естественных камней, вытесанных с лица. Плиты изготавливаются вручную или выпиливаются на заводах из естественного камня. Назначение этой облицовки чисто архитектурное — украшать сооружение. Эта облицовка не может выдерживать таких ударов, как тяжелая облицовка, а потому ставится в частях сооружения, не подверженных сильным ударам.

Навесная облицовка устанавливается после окончания бетонного сооружения. Таким образом, собственно бетонное сооружение бе-

тонируется как сооружение без облицовки. В пределах установки облицовки доски опалубки сооружения строгать не следует, так как поверхность бетона будет закрыта облицовкой.

Навесная облицовка устанавливается на металлических стержнях, заливаемых цементным раствором. Эти стержни носят название **п и р о н о в**. Для пирионов в камнях облицовки вырубается гнездо, в которые и вставляются пироны при установке облицовки на место. Облицовка закрепляется и в бетоне ядра сооружения. Для этого при бетонировании сооружения в бетон заделываются петли или крючки из металла, к которым тонкой круглой сталью (катанкой) прикрепляются камни облицовки. Установка в бетон петель и крючков делается строго по чертежу, иначе прикрепление камней облицовки будет затруднено и сделано плохо.

Различные способы закрепления камней облицовки показаны на фиг. 208а, 208б, 208в.



Фиг. 208а

Установка навесной облицовки производится по тем же правилам, что и установка тяжелой облицовки. Здесь ложки и тычки облицовки в большинстве случаев имеют различие только по длине их лица, хвостовые же части как ложек, так и тычков имеют одинаковую длину. Установка камней определенной длины и нумерации должна строго соответствовать чертежу.

Камни навесной облицовки имеют малый вес и могут при заливке раствором сдвинуться с места. Для предотвращения этого их упирают деревянными распорками в подмости, с которых делается

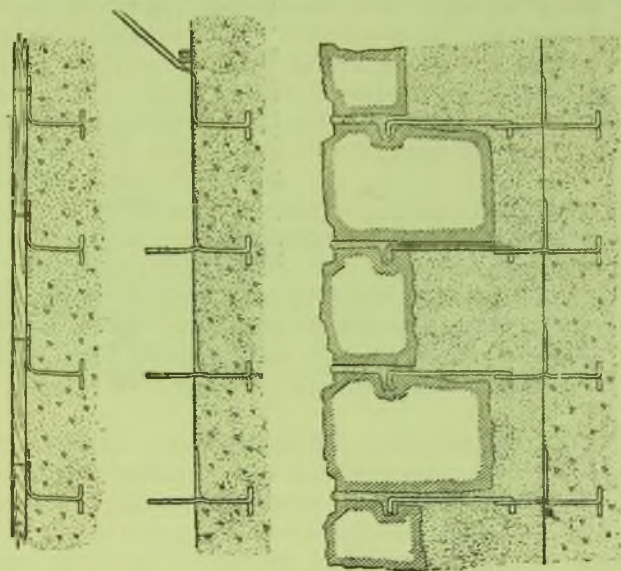
установка облицовки. После установки каждого ряда проверяется правильность установки, после чего приступают к заливке.

4. Бетон с облицовкой из плавленого базальта

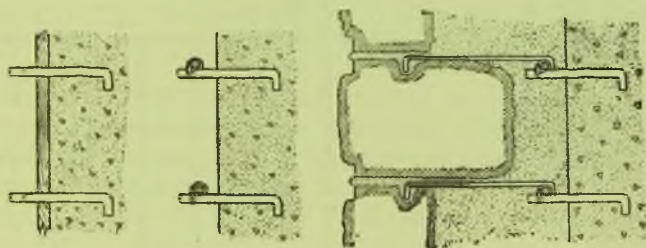
Облицовка из плавленого базальта представляет собой плитки толщиной около 50 мм, изготавливаемые на камнелитейных заводах. Вследствие специальной обработки материал теряет хрупкость, а потому плитки из плавленого базальта хорошо сопротивляются ударным нагрузкам. При отливке в тело плиток облицовки заделываются металлические стержни (анкеры), которые служат для закрепления их в сооружении. На фиг. 209а приводятся типы искус-

стенной облицовки как плоских частей мостовых опор, так и карнизов и ледорезов.

Искусственная облицовка бетонируемых опор до бетонирования выставляется на всю высоту, для чего ее прикрепляют специальными инвентарными болтами к наружной опалубке. На фиг. 209б и 209в дан общий вид установки и прикрепления облицовки.



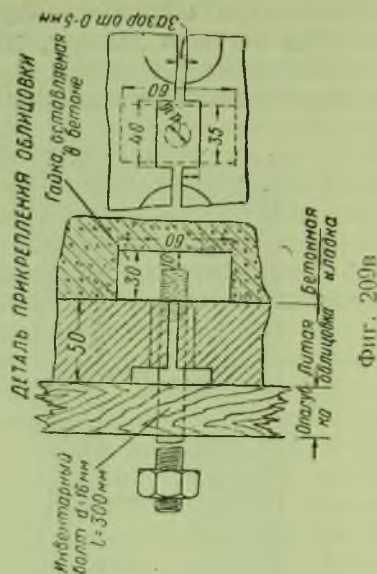
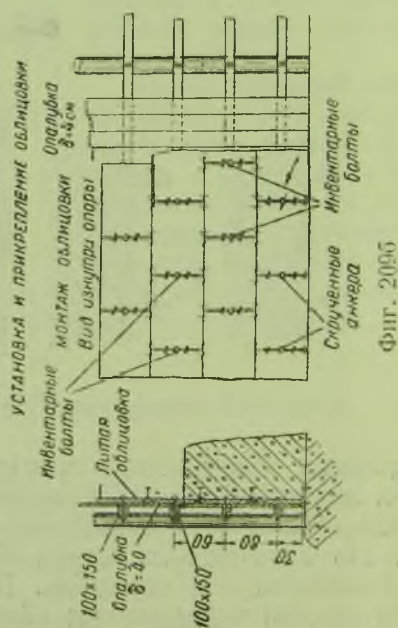
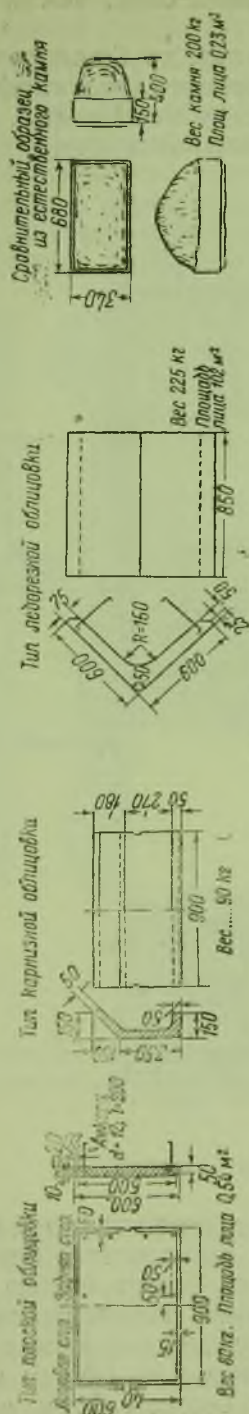
Фиг. 208б



Фиг. 208в

Отдельные облицовочные плиты взаимно стягиваются путем свинчивания выступающих из облицовочных плит проволоочных анкеров.

После сборки всей облицовки производится бетонирование ядра опоры. По затвердении бетона болты снаружи развинчиваются и затем снимается вся опалубка. Последняя предназначена в данном случае для поддержания облицовки в период ее сборки и для предохранения от распора свежееуложенным бетоном форм опоры.



5. Отделка бетонных поверхностей при отсутствии облицовки

Покрывать наружные поверхности бетонных сооружений, возведенных без облицовки, требуется только в 2 случаях: а) для исправления дефектов бетонирования и б) по архитектурным соображениям.

После снятия опалубки с сооружения техническим руководством постройки при участии представителей бетонной лаборатории производится тщательный осмотр поверхности бетона. Об осмотре составляется акт, в котором отмечаются все неудовлетворительно забетонированные места, если таковые имеются. В акте осмотра указываются способы исправления плохо забетонированных мест.

Способы исправления зависят от характера плохо забетонированных мест.

При большом количестве плохо забетонированных мест производится покрытие всей поверхности бетона штукатуркой. Штукатурить бетон вручную не следует, так как ручная штукатурка плохо держится на бетоне и впоследствии отваливается кусками. Для штукатурки бетона следует применять механическое оштукатуривание — торкрет. Торкретирование производится особой машиной под названием цемент-пушка, которая штукатурку делает набрызгом.

Торкретирование производится следующим образом: заготовленный для штукатурки сухой цементный раствор загружается в цемент-пушку и из нее равномерно выталкивается сжатым воздухом по гибкому шлангу к соплу. Здесь происходит затворение сухой смеси песка и цемента водой; раствор с большой силой вылетает из сопла и набрызгивается на оштукатуриваемую поверхность. Набрызганный раствор хорошо сцепляется со старым бетоном и после затвердения образует прочный слой.

Общий вид установки и цемент-пушки в отдельности показан на фиг. 210 и 211.

Количество воды регулируется краном, который имеется на сопле у водяного шланга.

Подача смеси для торкретирования может производиться на высоту до 80 м от цемент-пушки, которая обычно располагается внизу сооружения у склада песка и цемента и возле компрессора, который подает сжатый воздух для действия цемент-пушки.

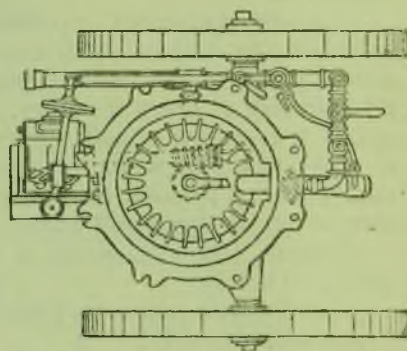
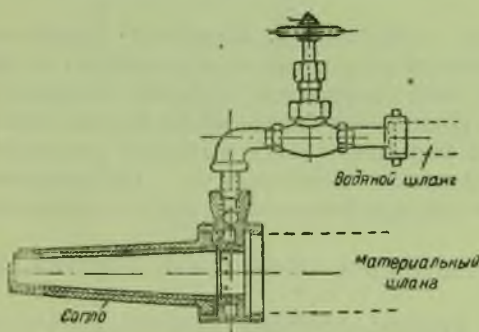
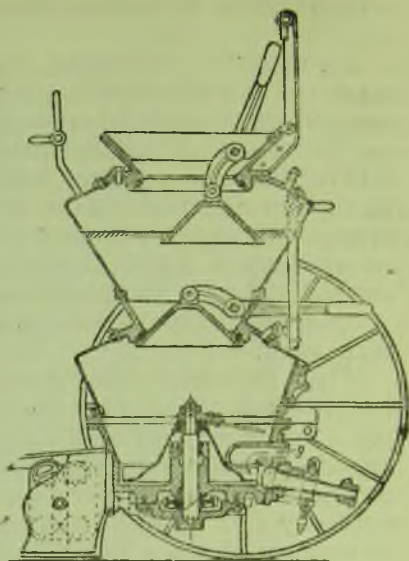
Песок для раствора должен быть тщательно просеян во избежание засорения шлангов и образования в них пробок. Наибольшая крупность песка не должна превосходить 8 — 10 мм, однако обычно применяют песок с крупностью частиц, не превосходящей 5 — 6 мм. Кроме того, песок должен быть просушен, так как влажность песка не должна превосходить 5 — 6%. Цемент тоже нужно просеивать, освобождая этим его от комочков.

Состав раствора берется обычно 1 : 2. Цемент с песком должен быть тщательно перемешан.

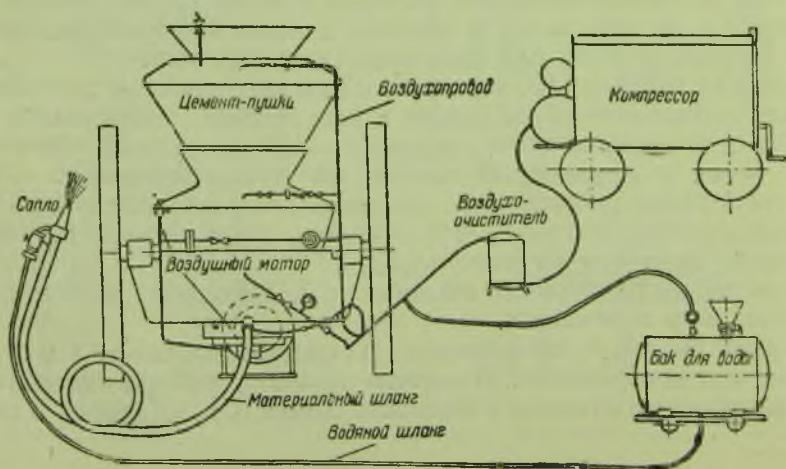
Во время работы сопло держится на расстоянии около 1 м от оштукатуриваемой поверхности. В первые моменты работы частицы раствора, вылетающие из сопла с большой скоростью, ударяясь о поверх-

ность сооружения, отскакивают, пока на поверхности не образуется цементная пленка, в которую начинают вталкиваться частицы раствора. При торкретировании вертикальных плоскостей количество потерянного материала при отскоке достигает 30%, причем эта потеря падает главным образом на песок. Слой торкрета, наносимый за один раз, не должен превышать 1,5 — 2 см. Если требуется нанести более толстый слой, то его нужно наносить в несколько приемов, давая каждому предыдущему слою достаточно затвердеть (около 2 дней).

Перед торкретированием поверхность сооружения должна быть



Фиг. 210



Фиг. 211

тщательно очищена проволочными щетками и промыта сильной струей воды. Торкретирование нужно производить по влажной поверхности. Количество добавляемой к смеси воды в сопле должно быть таково, чтобы слой торкрета не стекал с поверхности. Затирки слоя торкрета для придания ему более гладкой поверхности следует избегать, так как это только ухудшает качество нанесенного слоя.

При мелких дефектах на распалубленной поверхности бетонного или железобетонного сооружения производится затирка вручную, которую делают деревянными терками по влажной поверхности.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ КАМЕННЫХ, БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

§ 28. ПРОЕКТ И РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

Общие соображения

До начала возведения какого-либо искусственного сооружения, являющегося составной частью железнодорожной линии, составляется проект его. Этот проект (технический) является основным документом строительства, на основании которого изготавливаются так называемые рабочие чертежи, выдаваемые непосредственно строителям. На чертежах все части сооружения представлены в уменьшенном виде в 5, 10, 25 и более раз. Такое уменьшение изображаемого сооружения называется масштабом. Масштаб изображается на каждом чертеже отрезком прямой линии с делениями, показывающими, какой длины линия на чертеже соответствует длине в натуре. Чаще масштаб изображается на чертеже отношением двух чисел, например пишут $M = 1 : 5$, $M = 1 : 10$, $M = 1 : 25$. Это значит, что на чертеже размеры сооружения уменьшены в 5, 10 и 25 раз.

На чертежах сооружение и его части изображаются обычно в плане, в фасаде (т. е. дается общий вид сооружения с какой-либо стороны) и в разрезах поперечных и продольных. Разрезы поясняют внутреннее устройство сооружения. На чертежах показываются все размеры сооружения и отдельных его частей, а также даются, как указано, отметки различных важных частей сооружения, например заложения подошвы фундамента, обреза фундамента, подферменной площадки, верха кордонных камней, низа пролетных строений и пр. В этих же отметках дается и возвышение элементов железнодорожного полотна, причем различают черные отметки, т. е. отметки естественной поверхности земли, и красные отметки, т. е. отметки бровки железнодорожной насыпи или выемки. Этими отметками увязывается положение искусственного сооружения с земляным полотном железной дороги.

На чертежах искусственного сооружения отдельные важные части сооружения даются в более крупном масштабе, т. е. даются так называемые детали сооружения.

Для железобетонных сооружений обычно детализируется железная арматура, причем все отличающиеся один от другого стержни вычерчиваются отдельно и даются указания, сколько таких стержней нужно изготовить. Для всего сооружения составляется перечень арматуры (называемый спецификацией арматуры) с указанием номера, размеров, веса, количества арматуры. Кроме того, на чертежах дается марка бетона.

§ 29. РАЗБИВКА СООРУЖЕНИЙ

Прежде чем приступить к работе по возведению искусственного сооружения, необходимо разбить это сооружение на месте. Разбивка сооружений для определения места его положения и мест основных его элементов на местности называется основной разбивкой, а разбивка и закрепление расположения деталей отдельных элементов сооружений носят название детальной разбивки. Основной линией, от которой производится разбивка всех сооружений, является на железных дорогах продольная ось земляного полотна, разделенная на километры и пикеты (точки через 100 м). Отмечаются также промежуточные характерные точки, так называемые плюсы. Разбивка производится на основании рабочих чертежей искусственного сооружения и начинается с разбивки продольной оси моста, осей опор, осей труб, осей подпорных стенок. Разбивка осей опор моста, определяющих размер пролетного строения, требует особой точности, так как на опоры устанавливаются пролетные строения, являющиеся очень ответственной частью моста. Разбивка осей опор производится геодезистами при помощи угломерных инструментов и проверенных стальных лент. Эта разбивка и составляет основную разбивку.

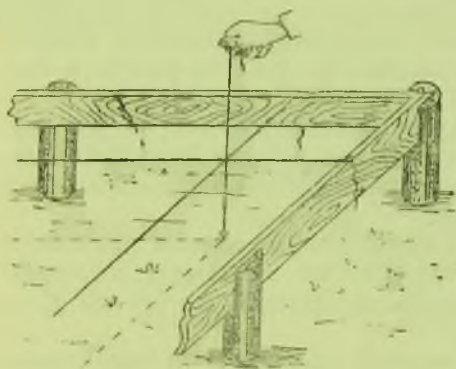
При детальной разбивке необходимо разбить и закрепить следующие элементы сооружения: грани фундаментных плит, грани тела опор выше обреза фундамента, начало и конец трубы, высотное положение разных уступов и переломов, высотное положение каждого ряда облицовки. Для этой разбивки у каждой опоры моста, у оголовков труб и подпорных стенок устанавливаются обноски и порядовки.

Обноска — это горизонтальная рама из обрезных 40 — 50-мм досок, поддерживаемых столбами, зарытыми в грунт на глубину 1 — 1,2 м и расположенными на расстоянии 2 — 3 м один от другого, так что стык досок, прибываемых на ребро к столбам, приходится на столбе. Диаметр столба обычно равен 12 — 18 см. Длина столбов выбирается так, чтобы, после того как столбы будут зарыты в землю, они возвышались над ней на высоту 0,90 — 1,15 м; более высокая обноска неудобна для натягивания на нее проволоки (осей) и для выверки самой обноски (фиг. 212). Доски должны иметь правильно остроганные верхние кромки и лежать на одном уровне. По форме рекомендуется обноску (в плане) приближать к прямоуголь-

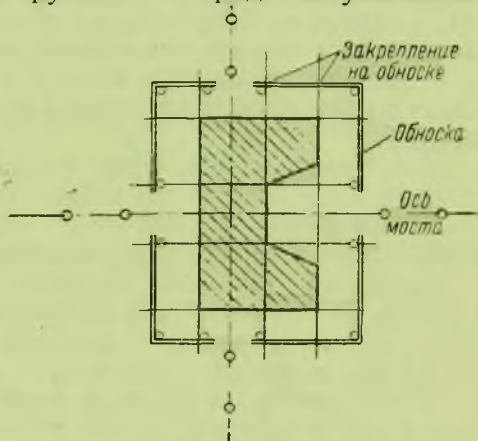
нику или к простейшим геометрическим фигурам без входящих углов. Углы обносков должны быть обязательно прямые. Головы столбов срезаются заподлицо с верхней кромкой досок. Обноска делается или непрерывной по всему периметру отдельного объекта, у которого она устанавливается (например у мостовой опоры), или с перерывами (фиг. 213). Разбивка обносков и нанесение на них деталей сооружения производятся геодезистами.

Натягивая на соответственные места обносков причалку, каменщики получают необходимую им грань сооружения.

Порядовки — это рейки с нанесенными на них делениями, на которых размечены ряды кладки, уступы и верх фундамента и вообще высота всех характерных точек сооружения. Порядовки устанавли-



Фиг. 212



Фиг. 213

ваются отвесно по всем углам сооружения или у разлопатонок, если углы у сооружения отсутствуют. Снос на кладку высоты нужной точки производится при помощи рейки и уровня. Установка порядовок в правильном их высотном положении делается геодезистами.

При устройстве сложных каменных сооружений приходится применять кроме перечисленных приспособлений еще шаблоны, которыми более точно определяются размеры и форма сооружения.

§ 30. ФУНДАМЕНТЫ МОСТОВЫХ ОПОР И ТРУБ

Фундаменты мостовых опор и труб устраиваются:

- 1) в открытых котлованах, которые вырываются в грунте до возведения фундамента сооружения;
- 2) на опускных колодцах;
- 3) на кессонах.

Последние два способа устройства фундаментов ввиду их сложности применяются только при постройке больших мостов и притом тогда, когда подошва фундамента опор располагается на значительной глубине ниже уровня грунтовых или поверхностных вод.

1. Фундаменты в открытых котлованах

Фундаменты каменных опор мостов, труб делаются из каменной (бутовой) кладки. В том случае, когда подошва фундамента располагается ниже уровня грунтовых вод, нижняя часть фундамента делается из бетона. Если грунт основания плохой и требуется устройство искусственное свайное основание, то в этом случае нижняя часть фундамента также делается из бетона. Вообще фундамент опор мостов и труб состоит из одной или нескольких подушек, причем верхние подушки имеют меньшие размеры, чем нижняя подушка, и, таким образом, массив фундамента имеет уступы. При нескольких подушках толщина их делается от 0,5 до 1,5 м. Уступы имеют размеры от 0,1 до 0,35 м. Нижний ряд бутовой кладки как при устройстве фундамента на естественном основании, так и при устройстве подушки из бетона закладывается насухо и по выкладке заливается сверху жидким раствором. Дальнейшая кладка ведется уже на растворе под лопатку.

Камни наружного ряда фундамента укладываются по шнуру, который натягивается по меткам обноски вдоль граней фундамента. Отклонение кромок ряда от проектного положения не должно превышать 5 см в ту или другую сторону.

Трубы, как указано, разделяются на отдельные звенья длиной от 2 до 6 м. Это деление распространяется и на их фундамент, который, таким образом, делится деформационными швами толщиной 2 — 2,5 см на отдельные массивы.

Для образования хорошей вертикальной плоскости по шву ставят опалубку, а кладку ведут впритык к этой опалубке, выбирая такие камни, чтобы на лице их не было острых выступов. При наличии выступов их нужно притуплять окалыванием. В швы между камнями нужно закладывать в нескольких местах деревянные пробки, к которым впоследствии можно будет прикрепить доски опалубки, образующей шов. Когда кладка одного звена закончена, то опалубку снимают, делают затирку лица цементным раствором, придавая ему вид плоскости без больших впадин в швах между камнями. Затем на пробки нашивают остроганные с обеих сторон доски толщиной 2 — 2,5 см. Соседний блок фундамента ведут впритык к этим доскам. Неплотности в прилегании камней к доскам следует ликвидировать заливкой сверху каждого ряда жидкого цементного раствора.

Фундаменты бетонных опор и фундаменты бетонных труб делаются также из бетона.

Бетонные фундаменты мостовых опор обычно состоят из нижней бетонной или железобетонной подушки и верхнего массива. Этот верхний массив имеет уступы или пирамидальную форму, т. е. он постепенно суживается кверху. Уступы фундамента делаются размером от 0,3 до 0,6 м.

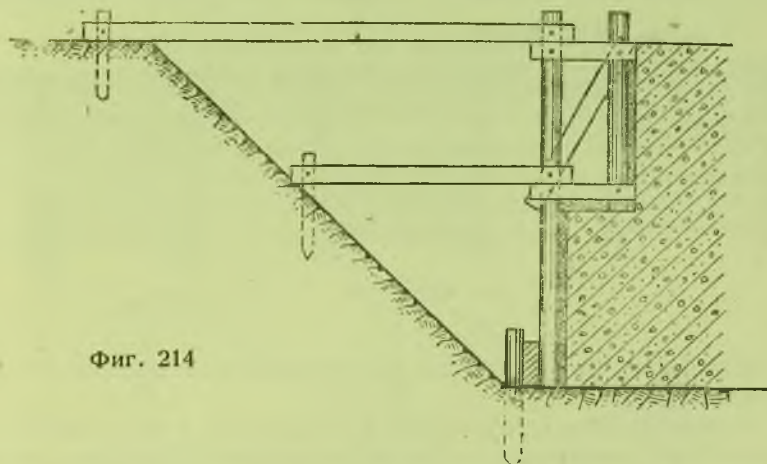
Толщина подушек колеблется так же, как в каменных фундаментах, от 0,5 до 1,5 м.

Фундаменты труб, общие и отдельные, делаются подобно фундаментам мостовых опор. При бетонировании нижней фундаментной

плиты в сухих котлованах необходимо до начала бетонирования установить опалубку по наружному очертанию плиты.

Опалубку нужно устраивать так, чтобы внутренность сооружения не была загромождена схватками, стяжками и тому подобными элементами, которые препятствовали бы укладке и развозке бетона, так как катальные пути для тачек развозимой по сооружению бетонной смеси укладываются по поверхности бетона.

На фиг. 214 показано устройство опалубки для фундамента, состоящего из двух плит. Стойки опалубки нижней плиты выставляются на всю высоту плиты. В эти стойки упираются стойки опалубки верхних плит. По верху этих стоек ставятся временные распорки и стяжки, укрепляющие их. Опалубка для второй плиты устраивается после укладки бетона нижней плиты, причем она устанавливается на бетон нижней плиты и скрепляется со стойками опалубки ее. Самая



Фиг. 214

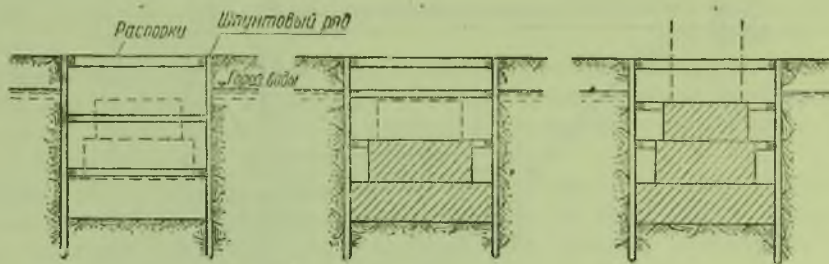
укладка бетона в плиты фундамента не представляет каких-либо особенностей. Бетон обычно опускается хоботами на боек и частично развозится по площади плиты, а частично разбрасывается лопатами.

Если фундамент состоит из нескольких плит, расположенных одна над другой, то бетону первой плиты дают отвердеть до достижения бетоном 25% проектной прочности, после чего приступают к установке опалубки второй плиты.

Бетонирование фундамента трубы, разделенного деформационными швами, производится по отдельным блокам в определенном порядке. Например, требуется забетонировать фундамент трубы, изображенной на фиг. 30. Труба состоит из двух оголовков и пяти промежуточных звеньев. Бетонирование необходимо производить в следующем порядке: первоначально бетонируется среднее звено, затем одно из крайних, примыкающих к оголовку, далее второе крайнее звено. При бетонировании этих звеньев опалубка ставится со всех четырех сторон блока фундамента. К бетонированию остальных блоков приступают только тогда, когда бетон забетонированных блоков достигает 25% проектной прочности и

имеется возможность снять опалубку с поперечных стен блоков. Опалубка ставится только с двух продольных сторон (за исключением блоков оголовков, где опалубку нужно поставить с 3 сторон). В поперечном направлении между звеньями устраивают шов прокладкой остроганных с обеих сторон досок толщиной 2 — 2,5 см. Для устройства шва можно воспользоваться опалубкой, удалив при распалубке ребра и оставив доски на бетоне.

При возведении фундаментов ниже уровня грунтовых вод в котлованах, огражденных шпунтовыми стенками, несмотря на ограждение, вода все же поступает в котлован (главным образом через дно) и ее приходится откачивать из котлована насосами. Поэтому для успешного бетонирования и получения прочной фундаментной плиты необходимо организовать водоотлив и обеспечить отвод воды к водоприемникам.



Фиг. 215

При бетонировании плиты из водоприемников производят непрерывный водоотлив.

При бетонировании фундамента в котловане, огражденном шпунтовыми стенками, некоторые затруднения создают распорки, которыми укрепляются стенки котлована. Эти распорки ставятся при выемке земли из глубоких котлованов и располагают в несколько ярусов примерно через 1,5 — 2 м по высоте. На фиг. 215 показано поперечное сечение котлована, в котором поставлено три яруса распорок.

При бетонировании фундаментных плит приходится перекреплять эти распорки с таким расчетом, чтобы прочность крепления не была нарушена. В рассматриваемом примере при бетонировании нижней подушки все три яруса распорок должны оставаться на месте. Когда нижняя подушка отвердеет до 25% проектной прочности, то перед установкой опалубки второй подушки распорки нижнего яруса снимаются, так как отвердевшая нижняя подушка может заменить эти распорки. Когда отвердеет вторая подушка, производится перекрепление распорок. При этом, не снимая распорок 2-го яруса, ставят ярус коротких распорок, упирая их в бетон второй подушки и в шпунтовое ограждение, а верхний ярус ставят выше распорок 2-го яруса так, чтобы они не мешали бетонированию самой верхней подушки. После этого снимают распорки 2-го яруса. Отдельные стадии пере-

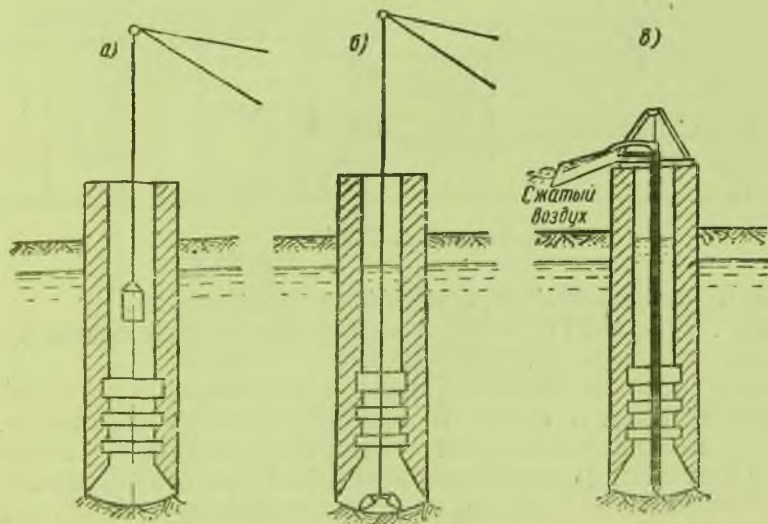
крепления котлована показаны на фиг. 215. При дальнейшем бетонировании тела опоры, если это надо, производят новое перекрепление распорок с упором шпунтового ряда в бетон верхней подушки.

При очень сильном притоке воды в котлован, удаление которой усиленным водоотливом может вызвать вымывание частиц грунта и ослабление прочности основания, рекомендуется вести выемку грунта без водоотлива. Когда грунт котлована вынут до проектной отметки, нижнюю подушку фундамента нужно устроить также без водоотлива подводным бетонированием и только после отвердения ее под водой произвести осушение котлована и далее вести бетонирование или каменную кладку насухо.

Способ подводного бетонирования описан выше. Толщина бетонной подушки, укладываемой подводным способом, должна быть назначена такой, чтобы она не разрушилась при откачивании котлована, и, во всяком случае, эта толщина не должна быть менее 1,5 м.

2. Фундаменты на опускаемых колодцах

Фундамент при устройстве его способом опускаемых колодцев состоит из одного или нескольких колодцев, опущенных до проектной отметки и заполненных после их опускания в большинстве случаев бетоном. При опускании колодцев производится выемка грунта из-под стен колодца и из его внутренней полости и колодец под действием собственного веса постепенно опускается.



Фиг. 216

Выемка грунта из колодца производится или с предварительным водоотливом или без водоотлива. В первом случае рабочие опускаются в колодец, а во втором случае грунт выбирается из него разными механическими способами, например индийской лопатой, грейфером и т. д. (фиг. 216).

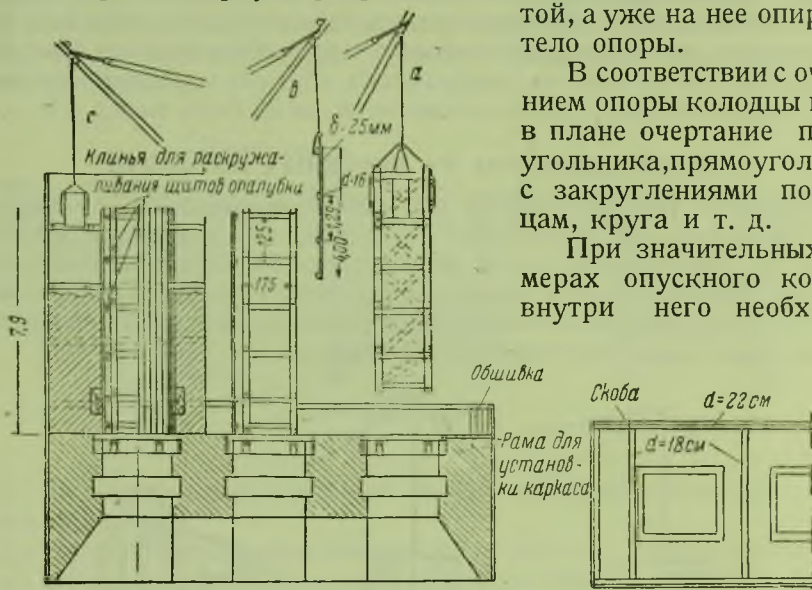
Тело колодца в прежнее время делалось из бутовой кладки. В настоящее время тело его делается из бетона или железобетона, как материалов более прочных, чем бутовая кладка.

Бетонные работы по устройству фундамента на опускных колодцах распадаются на три части: на устройство колодцев, опускание и заполнение их.

Для образования фундамента сооружения большей частью опускают один колодец под каждую мостовую опору, который по своей форме в плане соответствует форме опоры. Если сооружение имеет значительные размеры, тогда опускают два или несколько колодцев, которые по верху перекрываются общей железобетонной плитой, а уже на нее опирается тело опоры.

В соответствии с очертанием опоры колодцы имеют в плане очертание прямоугольника, прямоугольника с закруглениями по концам, круга и т. д.

При значительных размерах опускного колодца внутри него необходимо



Фиг. 217а

устанавливать продольные и поперечные перегородки.

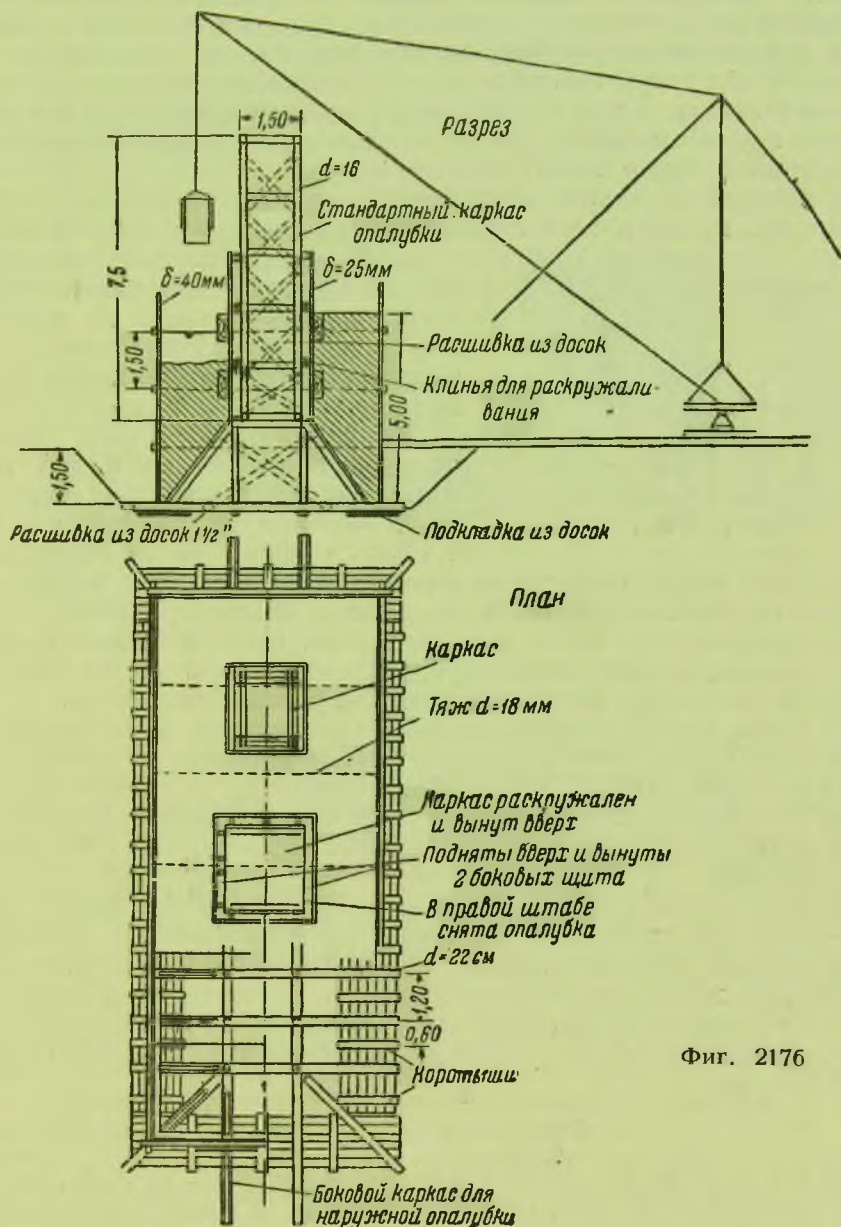
На фиг. 217а и 217б изображен прямоугольный колодец. Он разделен перегородками на три части.

Основой колодца является нож. Назначение ножа — облегчить опускание колодца в грунт и придать колодцу жесткость. Ножи делаются металлические или смешанные (соединение металла или дерева с бетоном). Простейшие типы ножей представлены на фиг. 218. Для того чтобы нож колодца не оторвало при опускании, его скрепляют с телом колодца металлическими тяжами.

Работы по устройству бетонного или железобетонного колодца начинаются со сборки ножа его на месте опускания колодца. Когда нож собран, начинают устанавливать опалубку. Она устанавливается обычно на высоту около 3 м, и на эту высоту делается колодец. Если по условиям опускания требуется опустить колодец на глубину более 3 м, то колодец наращивают уже во время опускания, устанавливая

вновь опалубку. На время изготовления новой части колодца и твердения бетона в опускании колодца делают необходимый перерыв.

На фиг. 2176 показана конструкция опалубки колодца, причем для внутренней полости колодца опалубка сделана в виде готового



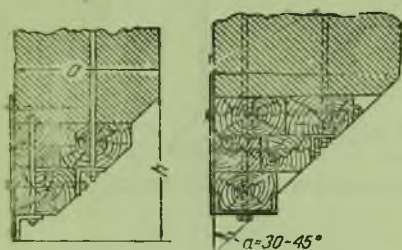
Фиг. 2176

каркаса. Опалубка обычно устанавливается краном. После сборки опалубки устанавливают арматуру, если таковая назначена по проекту, и приступают к бетонированию.

Бетон подается в опалубку краном в любое место колодца. Уплотнение бетона производится вибролопатами; при тонких стенах вибролопата подвешивается на тросе¹, а по опалубке прикрепляются тисковые вибраторы.

Для лучшей связи бетона, который будет уложен в колодец после окончания опускания, с бетоном стен колодца в нижней части колодца устраиваются углубления. Эти углубления делаются прямоугольного или треугольного поперечного сечения. Треугольные углубления делаются в том случае, когда колодец опускается без водоотлива и грунт вынимается грейфером, так как за углы прямоугольных углублений грейфер может зацепляться.

Для образования этих углублений при бетонировании колодца к опалубке прикрепляются вкладыши по размерам углублений.



Фиг. 218

Если предполагается наращивание колодца, то для связи старого бетона с новым нужно по рабочему шву устраивать углубления в бетоне и ставить вертикальную короткую арматуру.

Заполнение внутренней полости колодца производится в два приема: сначала бетонируют нижнюю часть колодца на высоту от 1 до 1,5 м, а затем после отвердения

бетона этой плиты производят заполнение остальной части колодца.

При опускании колодца с водоотливом бетонирование нижней плиты производится также с водоотливом, бетон в бадьях подается внутрь колодца краном, затем он укладывается и уплотняется рабочими.

После окончания бетонирования прекращают водоотлив.

Для того чтобы свежее уложенный бетон нижней части колодца не подвергаться напору воды, стремящейся проникнуть в колодец, его заливают сверху водой и тем уравнивают давление воды на бетон. В таком состоянии бетону дают твердеть под водой, а затем откачивают воду из колодца и заполняют верхнюю часть его бетоном (или песком).

При опускании колодца без водоотлива заполнение нижней части колодца бетоном производится также без водоотлива подводным бетонированием, которое описано выше. Толщина подушки, укладываемой при подводном бетонировании, указывается в проекте.

Когда уложенный под воду бетон достигает 50% проектной прочности, производят откачку воды из колодца и дальнейшую кладку ведут насухо.

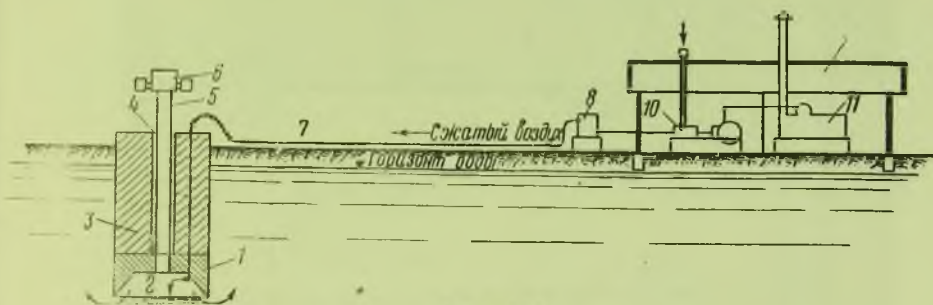
3. Фундаменты на кессонах

К е с с о н о м называется бездонный ящик из металла, железобетона или деревобетона, на потолке которого возводится фундамент мостовой опоры по мере опускания кессона в грунт. Кладка фунда-

¹ Как подвешивать вибролопату на тросе, см. ниже.

мента на кессоне выполняется обычно из бетона. Кессон имеет потолок и стены, которые ограничивают камеру, называемую *рабочей камерой*, в которой работают люди, опускающие кессон в грунт. Так как кессоны применяются только тогда, когда подошва фундамента закладывается на значительной глубине ниже уровня грунтовых или поверхностных вод, то для возможности работы в кессоне в рабочую камеру кессона нагнетают по трубам сжатый воздух. Сжатый воздух вытесняет воду из рабочей камеры.

На фиг. 219 представлены схематически устройство кессона и главнейшее оборудование кессонных работ. На этой фигуре кессон обозначен 1. Он имеет стены и потолок, но не имеет дна. Люди, опускающие кессон, находятся в рабочей камере кессона 2. Кладка фундамента 3 ведется над потолком непрерывно по мере опускания кессона и поддерживается всегда выше поверхности земли или воды; кладка производится обычным порядком. В кладке фундамента



Фиг. 219

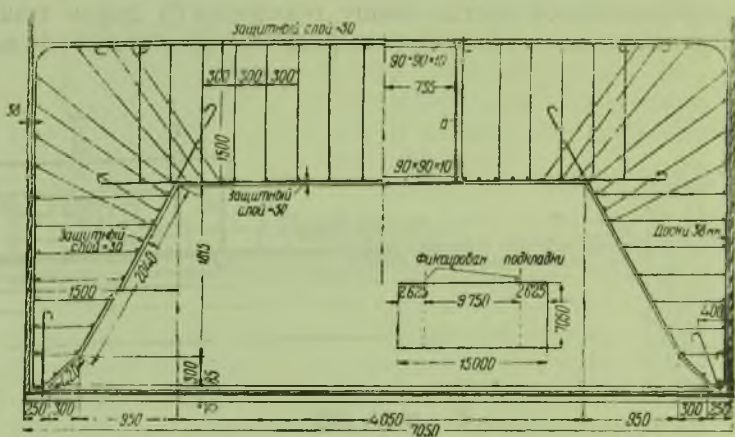
оставляются шахты 4 для постановки металлических шахтных труб 5 через них осуществляется подъем грунта из кессона, а также сообщение с рабочей камерой и работающими там людьми. Каждая колонка шахтных труб заканчивается наверху железной закрытой камерой — воздушным шлюзом 6. На данной фигуре представлен трехкамерный шлюз. Средняя камера постоянно соединена с шахтными трубами, а крайние небольшие камеры можно отделять от средней камеры дверями и при выходе из кессона медленно выпустить сжатый воздух и выйти наружу, открыв наружную дверь, которой также снабжаются малые камеры. При входе в кессон, закрыв наружную дверь, постепенно наполняют малую камеру шлюза сжатым воздухом, и когда давление сжатого воздуха сравняется с давлением воздуха, в большой камере возможно открыть внутреннюю дверь и войти в среднюю камеру, а из нее в рабочую камеру.

Сжатый воздух подается по трубопроводу 7 в рабочую камеру кессона из машинного здания 9, в котором установлены компрессоры 10 числом не менее двух, приводимые в действие паром от парового котла 11; паровой котел как двигатель может быть заменен двигателем внутреннего сгорания.

Сжатый воздух первоначально подается в воздухоприемник 8, где он несколько охлаждается и из него извлекается масло, попавшее в воздух при смазке цилиндров компрессоров.

Когда кессон достигнет проектной отметки, опускание его приостанавливается, а рабочую камеру заполняют бетоном. Это бетонирование производится в сжатом воздухе и выполняется кессонщиками, работающими по опусканию кессона.

После заполнения камеры кессона бетоном подача сжатого воздуха прекращается, шахтные трубы извлекаются из шахты и кессонные работы прекращаются. Отверстия в теле фундамента заполняются бетоном. В них по большей части находится вода, а потому заполнение шахт производится подводным бетонированием.



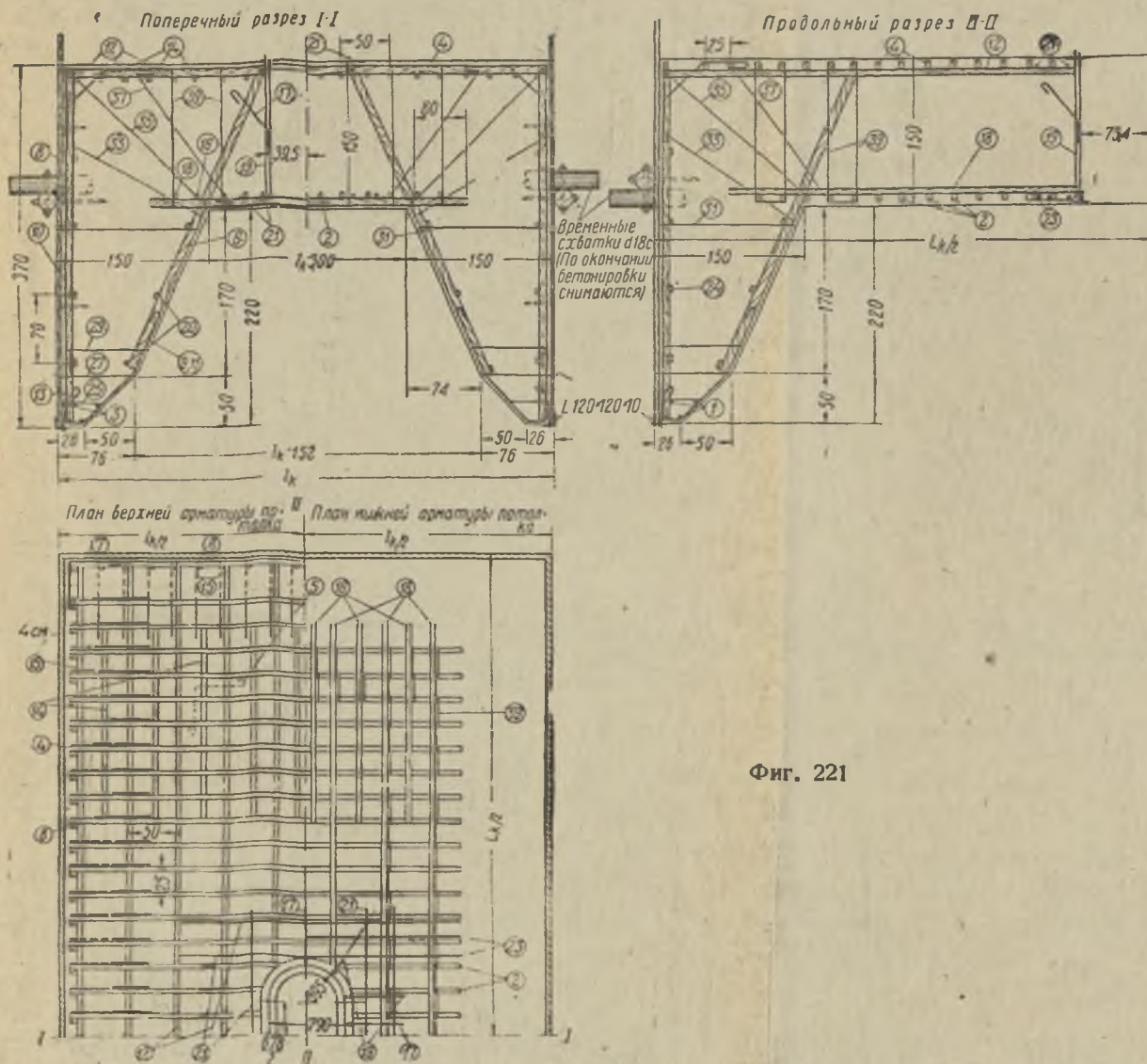
Фиг. 220а

Бетонная кладка, выполняемая квалифицированными бетонщиками, производится при устройстве самого кессона, фундамента опоры над кессоном и при заполнении шахт.

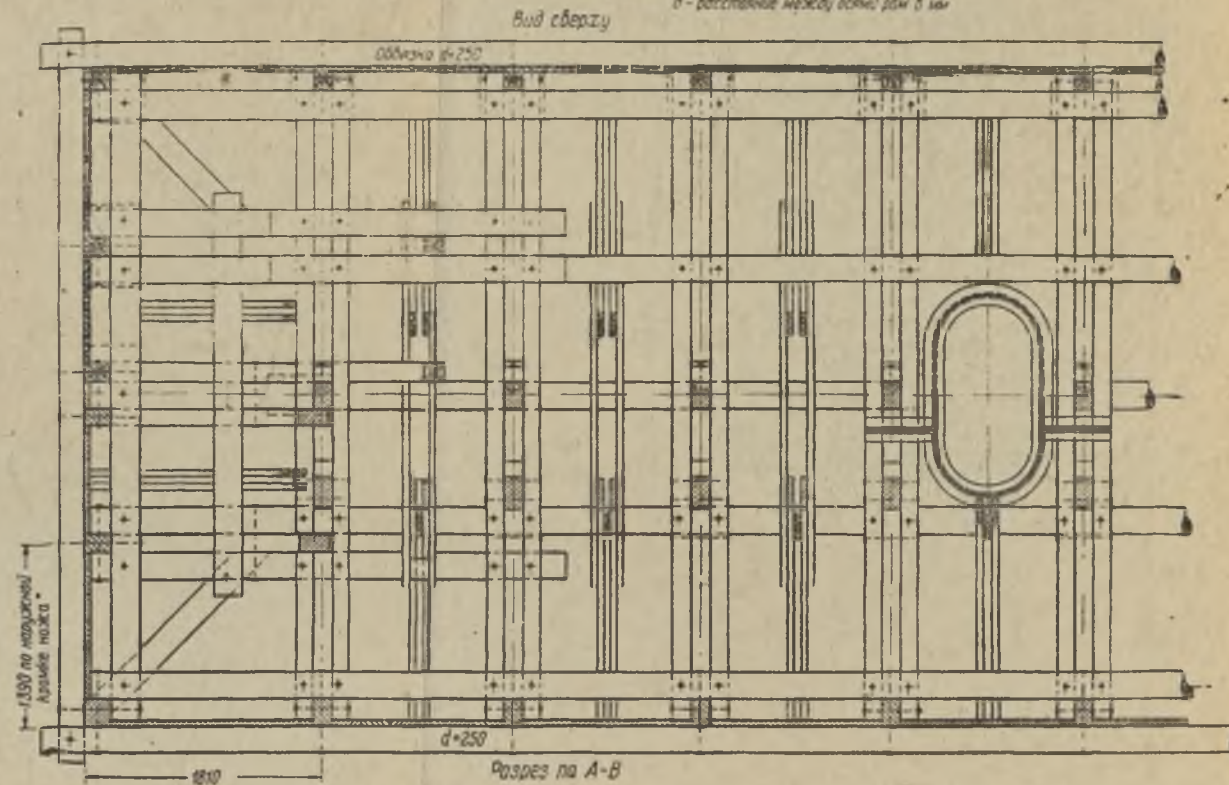
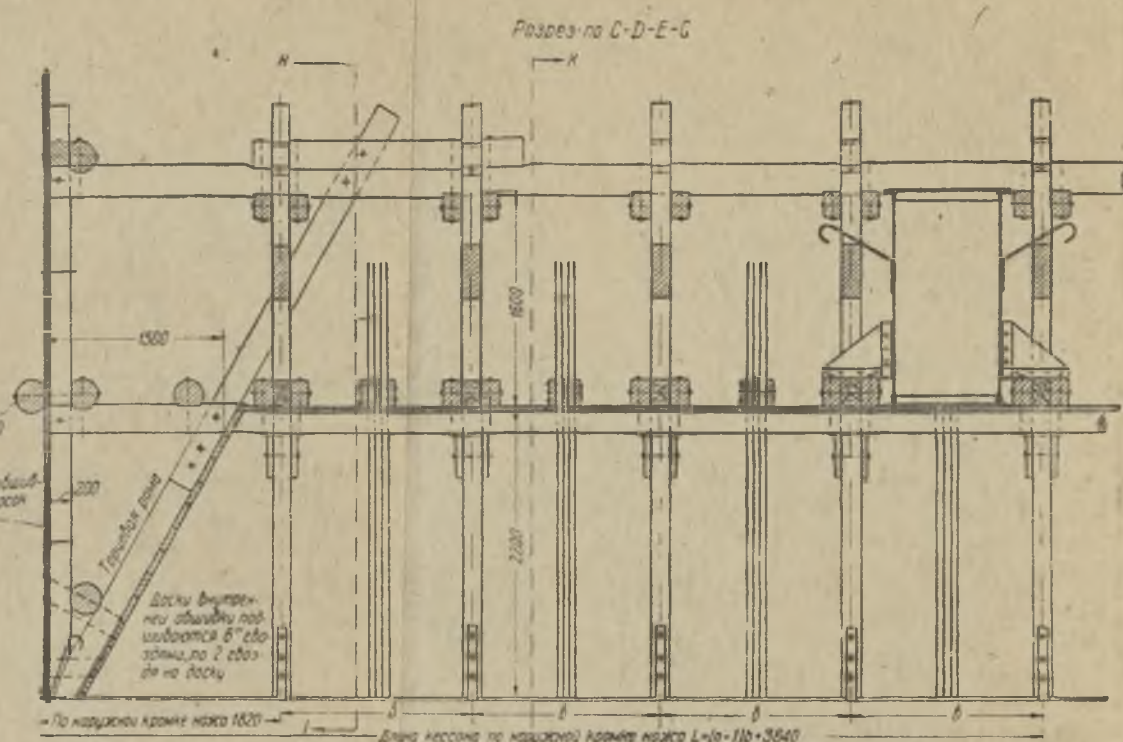
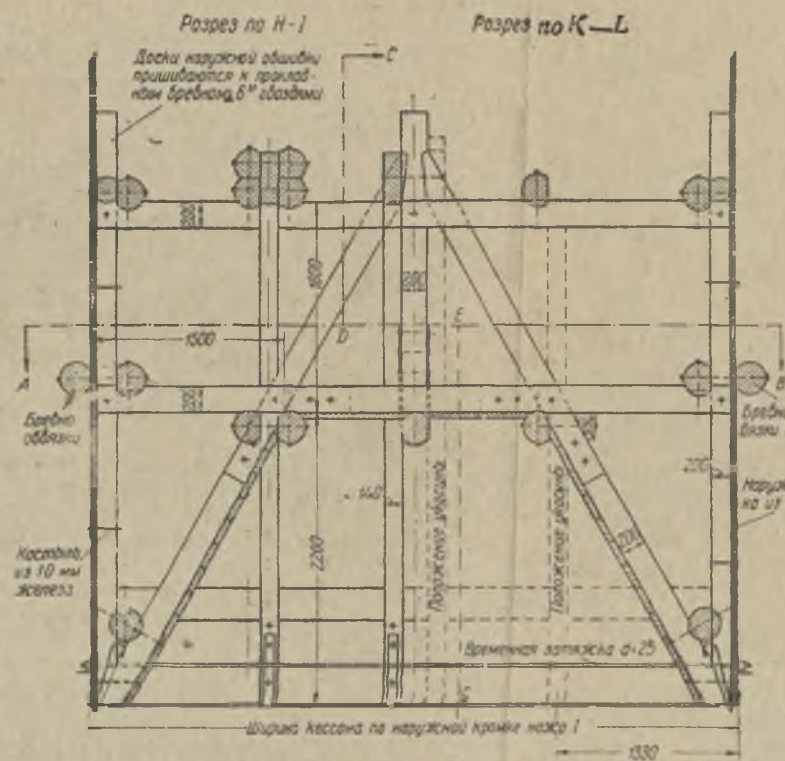
4. Конструкция кессонов и производство бетонных работ при постройке кессонов

Как указано выше, кессоны делаются из металла, железобетона и деревобетона. Металлические кессоны в настоящее время у нас вышли из употребления, а потому они здесь не рассматриваются. Из двух видов кессонов — железобетонных и деревобетонных — будут рассмотрены только простейшие типы, так как более углубленное рассмотрение конструкции кессонов выходит из рамок настоящего руководства.

На фиг. 220а и 220б представлена конструкция железобетонного кессона, имеющего в плане вид прямоугольника. Толщина боковых стен кессона постепенно уменьшается книзу, где они переходят в

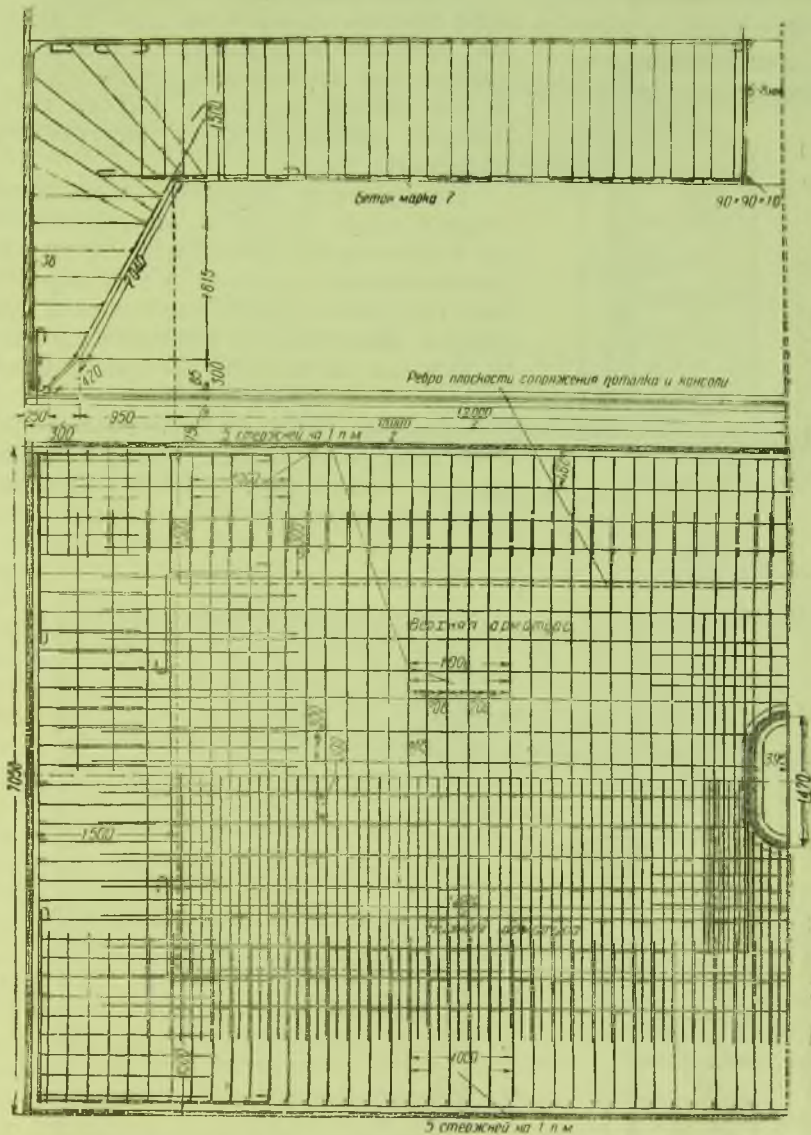


Фиг. 221



Фиг. 222

металлический нож. По наружным граням кессона поставлена деревянная обшивка, которая служит наружной опалубкой потолка и стен кессона.



Фиг. 220б

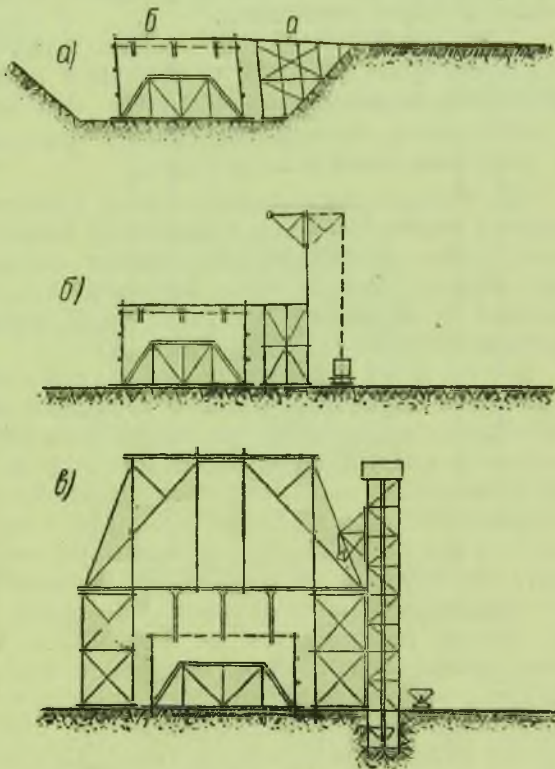
Стены и потолок кессона усилены стальной арматурой. Высота рабочей камеры делается для удобства работы в ней не менее 2,2 м.

На фиг. 221 представлена конструкция деревобетонного кессона, в котором стальная арматура заменена арматурой из реек, выпилен-

Первоначально делается нижняя часть внутренней опалубки и подмостей, состоящая из лежней и коротышей. На этой опалубке собирается нож. После этого полностью устраиваются внутренняя опалубка и подмости, поддерживающие ее. Затем производится сборка арматуры и, наконец, ставится наружная обшивка, предохраняемая от выпучивания при бетонировании кессона.

Одновременно с устройством кессона ведутся работы по устройству приспособлений для подачи бетона в кессон во время его бетонирования.

Эти приспособления необходимо так устраивать, чтобы они могли служить и при бетонировании фундамента, возводимого над потолком кессона при его опускании. На фиг. 224, а представлены устройства для подачи бетона при бетонировании в том случае, когда кессон (уровень грунтовых вод значительно ниже поверхности грунта) сооружается в достаточно глубоком котловане и верх кессона достигает примерно верхней бровки котлована. На фиг. 224, б, в показаны устройства для бетонирования кессона в том случае, когда он не может



Фиг. 224

быть устроен в котловане вследствие высокого уровня грунтовых вод. При бетонировании стен бетон опускается в стены кессона хоботами. По окончании бетонирования стен производится бетонирование потолка непосредственным сбрасыванием бетонной смеси. Перед концом работ арматуру потолка нужно очистить от налипшего цемента, так как он имеет слабую прочность. Кроме того, верхнюю арматуру перед бетонированием нужно исправить ввиду возможного смещения ее с места при бетонировании нижележащих частей потолка. Бетонную смесь при укладке нужно уплотнять длинными шуровками, а также вибролопатами.

Для уплотнения стен кессона нужно заготовить несколько вибролопат, подвешенных на тросе, так как штанги вибролопат коротки и ими нельзя достать стен кессона.

Уплотнение бетона потолка производится обычными вибролопатами.

При бетонировании стен и потолка кессона осадка конуса в бетоне должна быть не менее 5 — 7 см. Марка бетона не должна быть ниже 140 кг на 1 см².

Бетон для устройства кессонов должен быть плотным, так как потолок и стены должны удерживать сжатый воздух, нагнетаемый в кессон при опускании.

При неплотном бетоне воздух через поры и возможные пустоты в кладке будет уходить из кессона в недопустимом количестве, а это усложнит и удорожит опускание кессона.

Плотность бетона достигается тщательным подбором его состава и тщательностью его укладки.

По отвердении бетона кессона делается распалубка его и удаляются подмости, поддерживающие потолок его во время бетонирования. Затем начинают подготовку кессона к опусканию, которая заключается в придании большей воздухонепроницаемости бетону кессона и в сборке шахтных труб, воздушных шлюзов, электро- и воздухопроводке и т. п.

Бетонирование фундамента опор. Одновременно с началом опускания кессона или даже несколько ранее начинается бетонирование фундамента опоры над потолком кессона. Опалубкой бетонной кладки фундамента служит деревянная обшивка кессона, продолжаемая выше потолка до верхнего обреза фундамента. Эта обшивка делается из досок толщиной 4 см. Она уходит вместе с кладкой под землю или под воду при опускании кессона. Обшивка пришивается к внутренним закладным горизонтальным рамам, уложенным по наружному краю кладки. Расстояние между смежными рамами по высоте принимается от 1 до 1,6 м. С внутренней стороны рам устанавливаются стойки, поддерживающие рамы по высоте и связанные с рамами болтами. Между стойками, расположенными на противоположных сторонах фундамента, ставятся горизонтальные деревянные схватки и железные тяжи. Схватки снимаются по мере бетонирования, а тяжи оставляются в бетоне, предохраняя обшивку от выпучивания при давлении на нее свежего бетона.

На фиг. 225 показано устройство надкессонной обшивки фундамента опоры.

В обшивке оставляются окна для подачи бетона и для прохода бетонщиков во время бетонирования, заделываемые по мере бетонирования и опускания кессона.

Для того чтобы возможно было вынуть шахтные трубы, по которым производится сообщение с кессоном, в бетонной кладке делаются колодцы несколько больших размеров, чем шахтные трубы. Для этого в колодцах ставят опалубку, состоящую из вертикальных досок, пришитых к горизонтальным дощатым рамам, заделанным в бетон (фиг. 226).

Кладка фундамента ведется одновременно с опусканием кессона. Верх кладки остается почти на одном и том же уровне относительно земли, но, во всяком случае, она должна возвышаться над поверхностью грунта не менее чем на 1 м, так как цементный раствор

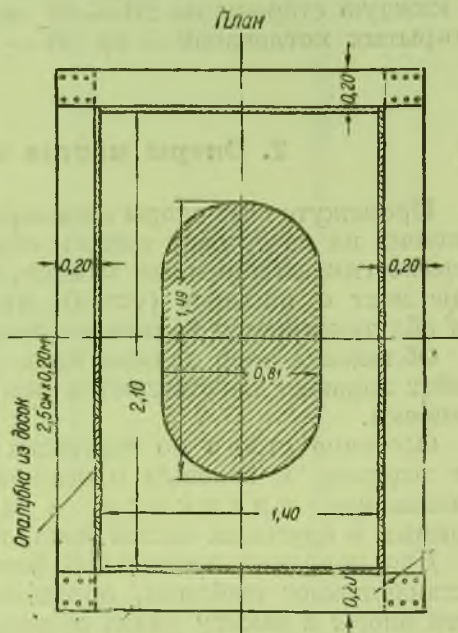
должен схватиться, прежде чем кладка уйдет в землю или под воду.

Почти постоянный уровень кладки над землей дает возможность подавать бетон через окна в обшивке с подмостей, устроенных для подачи бетона при бетонировании кессона.

Бетонная смесь опускается на кладку при помощи деревянных хоботов и развозится по



Фиг. 225



Фиг. 226

кладке опоры на тачках или разбрасывается лопатами, смотря по числу точек подачи бетонной смеси на опору.

Подвозка бетона к кессону производится различными способами.

При опускании кессона кладка фундамента выводится на такую высоту, чтобы она после окончания опускания возвышалась на 1 м над горизонтом воды и хотя бы на 0,5 м над поверхностью земли. При этом иногда приходится выводить не только фундамент, но и часть тела опоры.

Уплотнение бетонной смеси производится вибролопатами. Верх кладки под обрез фундамента выравнивается площадочными вибраторами или виброрейкой.

§ 31. МОСТОВЫЕ ОПОРЫ ВЫШЕ ОБРЕЗА ФУНДАМЕНТА

1. Общие соображения

После устройства фундамента мостовых опор приступают к возведению тела опор выше фундамента. Верх фундамента, называемый обреза фундамента, делается всегда шире и длиннее тела опоры так,

что по верху фундамента получается уступ кладки. Наличие этого уступа дает возможность исправить неточности, которые могут получиться при разбивке тела опоры на фундаменте.

Наибольшие неточности получаются при устройстве фундаментов опускным способом; сообразно с этим фундамент назначается шире в каждую сторону на 50 — 60 см, а при устройстве фундаментов в открытых котлованах — на 10 — 20 см.

2. Опоры мостов из бутовой кладки

Промежуточные опоры многопролетных мостов — быки — при возведении их из бутовой кладки облицовываются по наружным их поверхностям естественным камнем. Крайние опоры мостов, соединяющие мост с насыпью (устои), при возведении их из бутовой кладки облицовываются только по поверхностям, не засыпаемым землей.

Облицовка опор должна быть заготовлена и доставлена на место работ заранее. Заготавливается она согласно проектной разрезке облицовки.

Особенно строго по чертежам изготавливаются переходные камни от ледореза к боковым плоскостям, ограничивающим ледорез, так называемые п я т и к а т ы, а также камни в местах сопряжения прямых и круговых частей быка, так называемые р а з л о п а т к и.

Для придания правильной формы опорам в характерных местах устанавливают шаблоны, определяющие форму сложных поверхностей опоры и высоту рядов облицовки.

Прежде всего по 4 углам для прямоугольных в плане опор или по 4 разлопаткам закругленных в плане опор устанавливают по нивелиру рейки (порядовки), на которых нанесены высота каждого ряда облицовки вплоть до карниза, а также толщина швов между рядами. Затем устанавливаются шаблоны уклонов граней и круговых частей ледорезов, а также намечаются на фундаменте продольная ось опоры и ось моста, от которых и ведется точная разбивка каждого ряда облицовки по чертежам при его намерстывании.

Отклонения кромки ряда при разбивке от проектного положения не должны превосходить:

- 1) при кладке без облицовки 10 мм в ту или другую сторону;
- 2) при кладке с облицовкой 5 мм в ту или другую сторону.

Для кладки необходимо устроить вокруг возводимой опоры подмости. Подмости должны быть легкого типа, так как они служат только для прохода людей при кладке опоры, но не для складывания материала. Ввиду их большой высоты при возведении высоких опор им должна быть придана устойчивость против опрокидывания их ветром.

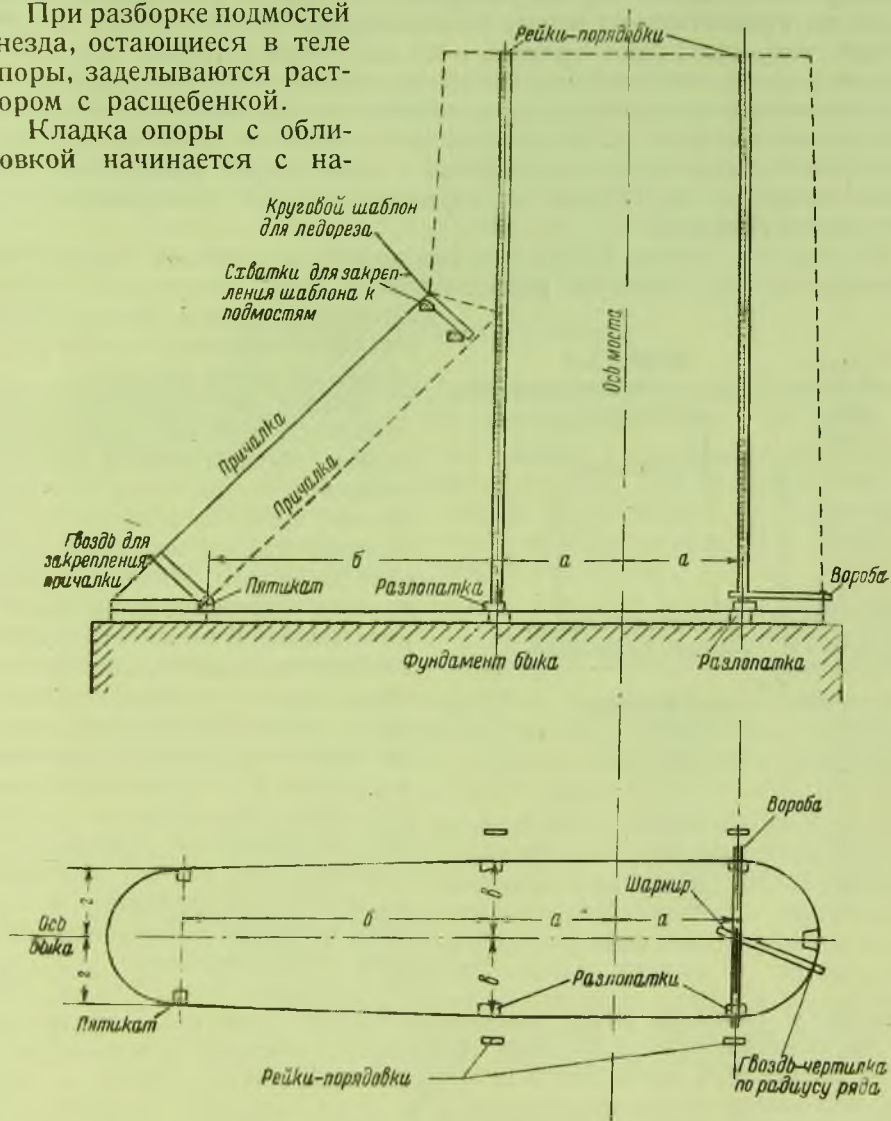
При кладке опоры без облицовки возможно применение одно-стоечных подмостей.

Стойки этих подмостей изготавливаются из парных досок; между ними на определенном расстоянии по высоте укрепляются ко-

роткие прокладки, поддерживающие дощатые пальцы. Пальцы одним концом пропускаются между досками, а противоположным концом опираются на кладку опоры. По пальцам укладываются прогоны и доски настила.

При разборке подмостей гнезда, остающиеся в теле опоры, заделываются раствором с расщебенкой.

Кладка опоры с облицовкой начинается с на-



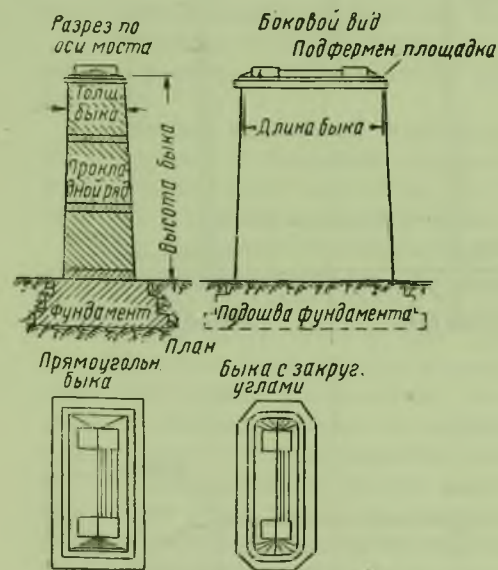
Фиг. 227

верстывания первого ряда облицовки на готовом фундаменте.

Первый ряд облицовки наवरстывается по чертежу этого ряда. Первоначально устанавливаются камни в характерных местах. Такими характерными местами являются камни по разлопаткам и

камни по ледорезу. Для установки камней натягиваются причалки по оси моста и оси опоры; отмеряя стальной рулеткой от этих причалок расстояния a , b , $(a + b)$ и g , показанные на чертеже ряда, точно устанавливают эти камни (фиг. 227). Затем натягиваются причалки по граням опоры между разлопатками, разлопатками и пятикатами, там, где грани прямые, и по ним устанавливают облицовку, чередуя ложки с тычками и наблюдая перевязку с нижележащим рядом. В кормовой части камни устанавливаются расчерчиванием круга, так называемой воробой, т. е. рейкой, уложенной по диаметру круга и снабженной шарнирно соединенной с ней второй рейкой; на этой рейке отмеряют указанный на чертеже радиус и расчерчивают чертилкой окружность.

По высоте камни рядов устанавливают по рейкам-порядовкам, помещенным по четырем разлопаткам. С реек положение камней сносится уровнем. Между разлопатками горизонтальность рядов проверяется по уровню.



Фиг. 228

Когда ряд наведен, производится забутовка ядра сооружения, причем камни устанавливаются по постелям на деревянные клинья, а затем делают поливку камней жидким цементным раствором. Кладка ядра ледорезов ведется наклонными к горизонтальной плоскости рядами, сообразно рядам облицовки ледореза. Перед установкой следующего ряда облицовки снова производится проверка размеров и точное расчерчивание размеров ряда. При этом по расчерченным размерам производится каменотесом закол облицовки с целью ликвидации небольших отступлений, происшедших при намерстывании, установке и подливке ряда. Таким обра-

зом, верху каждого ряда придаются точные размеры. Получившиеся на поверхности облицовки небольшие выступы ликвидируются перед расшивкой швов после окончания всей опоры. Таким же образом проверяется горизонтальность ряда и производится сначала закол облицовки по причалке; затем верх ряда скалывается по одной горизонтальной плоскости.

Обычно в высоких опорах через 5—6 м по высоте устраиваются так называемые прокладные ряды из грубоотесанных камней или железобетона (фиг. 228). Назначение этих рядов заключается в распределении давления внешних сил равномерно по всей площади опоры. Места расположения прокладных рядов и их конст-

рукция указываются на чертежах. Верх кладки под прокладные ряды олее тщательно выравнивается. Подферменная площадка делалась в старых конструкциях быков и устоев из тесаных естественных камней. В настоящее время эта часть опоры делается из бетона большой прочности, усиленного сеткой, из круглой стали (из железобетона).

После окончания кладки опоры швы облицовки расчищаются, производится поправка облицовки и, наконец, швы расширяются цементным раствором. Перед расшивкой ликвидируется также загрязнение облицовки случайными потеками цементного раствора. Эти потеки очищаются проволочными щетками и промываются соляной кислотой, а следы соляной кислоты удаляются тщательной промывкой струей воды из брандспойта.

3. Опоры мостов из бетона

Возведению тела опоры предшествует устройство опалубки и приспособлений для подачи бетона на опоры.

Конструкция опалубки зависит от высоты и расположения опоры над землей или над водой. Во всяком случае, при устройстве опалубки ее следует устраивать так, чтобы внутренность ее была возможно меньше загромождена схватками и распорками, так как они мешают транспортировать бетон в пределах опоры.

Опалубка устанавливается на обрезе готового фундамента на всю высоту точно по оси моста и осям опоры; перед бетонированием ее положение вновь проверяется.

Одновременно с установкой опалубки строится подъемник для бетона, шахтный или иной в зависимости от имеющегося оборудования, устанавливается кран или используется сменное оборудование экскаватора с превращением его в кран.

Когда устройство опалубки и подъемных приспособлений закончено, приступают к бетонированию опоры, которое надлежит вести в три смены и без перерывов до полного окончания опоры. Перерывы в бетонировании нарушают монолитность бетона и вызывают устройство рабочих швов. Рабочие швы, особенно при недостаточно внимательной их обработке, являются слабым местом в бетоне, и через несколько лет после окончания постройки опор на месте рабочих швов часто появляются горизонтальные трещины, которые под влиянием атмосферных явлений постепенно увеличиваются и ведут к разрушению кладки опоры.

Уплотнение бетонной смеси при возведении опор производится вибролопатами.

Опоры больших мостов в настоящее время строятся с облицовкой. Если облицовка тяжелая, то надобность в устройстве опалубки отпадает.

В случае применения навесной облицовки или облицовки из плавленого базальта устройство опалубки необходимо.

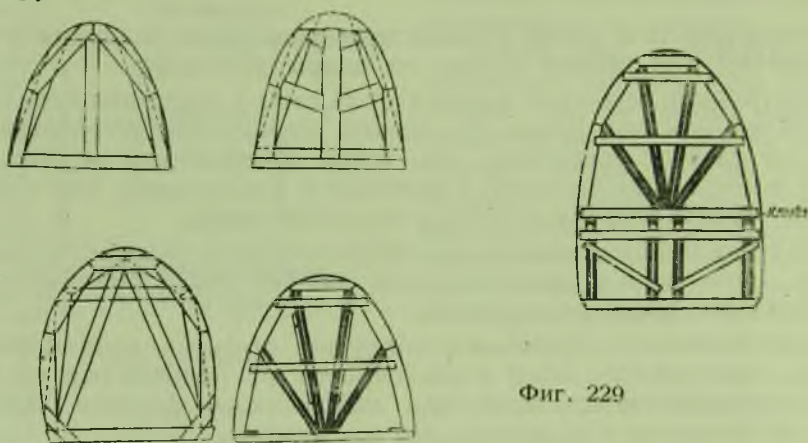
1. Общие соображения

Трубы из камня и бетона строятся коробовые с подъемистым сводом. Железобетонные трубы строятся главным образом прямоугольные или круглые.

Коробовые трубы из камня и бетона по толщине свода и его очертанию не изменяются от применения того или другого материала, так как проектом труб строителям предоставлено право выбирать при постройке бутовую или бетонную кладку.

2. Каменные и бетонные коробовые трубы

Работа по возведению свода трубы на готовом фундаменте начинается с установки деревянных кружал по форме внутреннего очертания трубы.



Фиг. 229

Кружала состоят из ребер и дощатой опалубки. Каждое кружальное ребро образовано из двух рядов досок, вырезанных по форме внутреннего очертания трубы и соединенных впритык; стыки досок должны перекрывать друг друга. Кружала усиливаются постановкой вертикальных и радиальных стоек из досок или бревен.

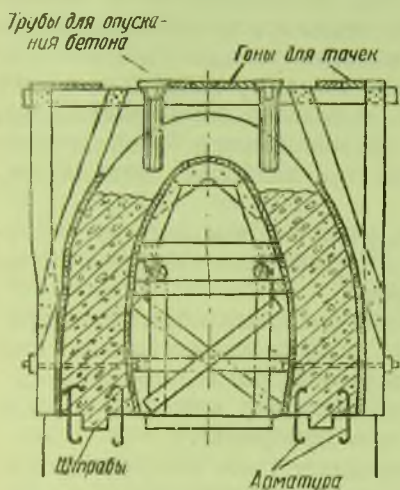
Типы кружальных ребер для разных отверстий труб представлены на фиг. 229.

Кружала устанавливаются на фундаменте трубы или на подмостях — на клиньях. Клинья служат для правильной установки кружал по высоте, а после возведения свода — для раскружаливания свода, т. е. плавного опускания поддерживающих кружал и освобождения возведенного свода от поддержки. Рядом с кружалами строятся подмости для подачи материалов или бетона при возведении свода.

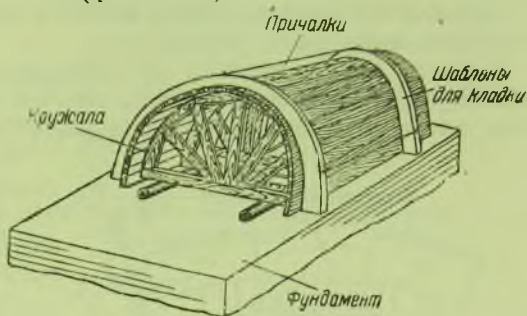
Для придания внешнего очертания бетонному своду кроме внутренней опалубки необходимо устраивать внешнюю опалубку. Эта наружная опалубка ставится по мере бетонирования свода (фиг. 230).

При возведении свода из каменной кладки она производится, начиная от пят свода, одновременно с двух сторон, так чтобы кладка все время велась на одном уровне, иначе можно сдвинуть кружала.

Для того чтобы придать своду размеры, указанные на чертеже, по концам отдельных звеньев свода устанавливаются деревянные шаблоны по форме верхнего очертания свода трубы (фиг. 231).



Фиг. 230

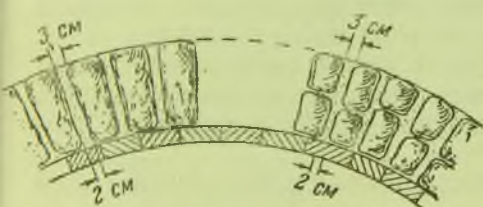


Фиг. 231

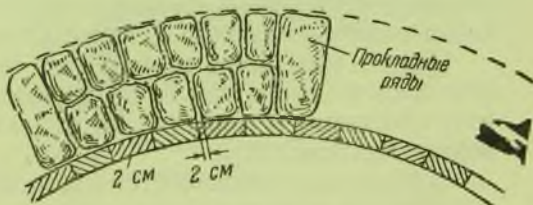
По этим шаблонам натягиваются причалки, и по ним точно выводится свод трубы. Отклонение в толщине свода от проектных размеров допускается в пределах 1,5 см в ту или другую сторону.

Для кладки каменных сводов труб камень применяется следующих двух видов.

1. Отборный постелистый бутовый камень, частично околотый; кладка ведется радиальными слоями, причем радиальность кладки достигается утолщением шва (фиг. 232).



Фиг. 232



Фиг. 233

Толщина шва у внутренней поверхности свода не должна превышать 2 см, а у наружной — 3 см.

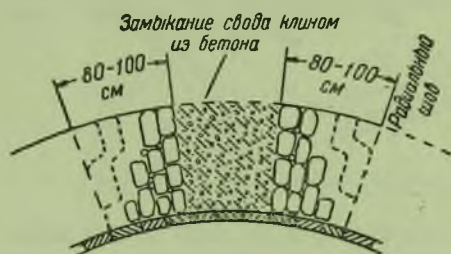
При большой толщине свода он может выкладываться из двух и трех камней по высоте с соблюдением перевязки швов, параллельных внутренней поверхности свода (фиг. 232, справа). Во избежание значительного увеличения шва у внешней поверхности при камнях, не имеющих клиновидной формы, допускается вести кладку кольцами с неодинаковым числом швов в каждом кольце (фиг. 233).

2. Обыкновенный бутовый камень (небульжный) с некоторым отбором более постелистого камня, тщательной расщебенкой слоями толщиной 80 — 100 см, которые ограничиваются радиальными швами (фиг. 234).

Состав раствора назначается согласно проекту, но в большинстве случаев раствор применяется 1 : 3. Замыкание свода в ключе желательно производить одним камнем на всю толщину свода или делать этот замыкающий клин из бетона с малым количеством воды (фиг. 234) — так называемого жесткого трамбованного бетона.

Замыкание свода должно быть сделано при наиболее низкой температуре дня (рано утром).

Кладка трубы ведется по отдельным звеньям соответственно делению на звенья фундамента, причем для свободной осадки отдельных звеньев между ними оставляется шов.



Фиг. 234

В шов закладываются или остроганные с двух сторон доски, как это было описано в главе о кладке фундаментов, или 2 — 3 слоя толя или руберойда.

Закладка толя или руберойда делается следующим образом. Когда выкладывается свод у шва, разделяющего звенья, в кладку заделывается несколько деревянных пробок. После окончания кладки боковая опалубка (шаблоны) снимается и швы кладки подмазываются

цементным раствором для придания щековой плоскости более гладкого вида. Затем кладка обшивается 2 — 3 слоями толя или руберойда, из которых первый слой прикрепляется к пробкам, заложенным в кладке, гвоздями с широкими шляпками, а остальные слои приклеиваются горячей клеемассой к первому слою. Кладка соседнего звена ведется впритык к этому слою из толя или руберойда.

Подача материала для кладки нижних частей свода производится непосредственно с земли по уложенным здесь путям (узкоколейным или тачечным, в зависимости от количества кладки и дальности подвозки материалов).

Материалы поднимаются на подмости подъемником и далее разносятся на носилках.

При бетонном своде бетонирование также ведется, начиная от пят свода к вершине и одновременно с двух сторон. Для лучшего сопряжения свода в пятах с фундаментом необходимо, заканчивая фундамент, на верхней его поверхности в пределах пят свода сделать углубления и установить короткую стальную арматуру (фиг. 230).

При бетонировании нижних частей свода бетон забрасывается в опалубку с бойков, уложенных на земле вдоль пят свода. К бойкам бетон обычно подвозится на тачках. Более крупную тару для перевозки бетона применять не следует, потому что объем бетона сравнительно небольшой. Для труб диаметром 6 м объем свода не превосходит 8 м³

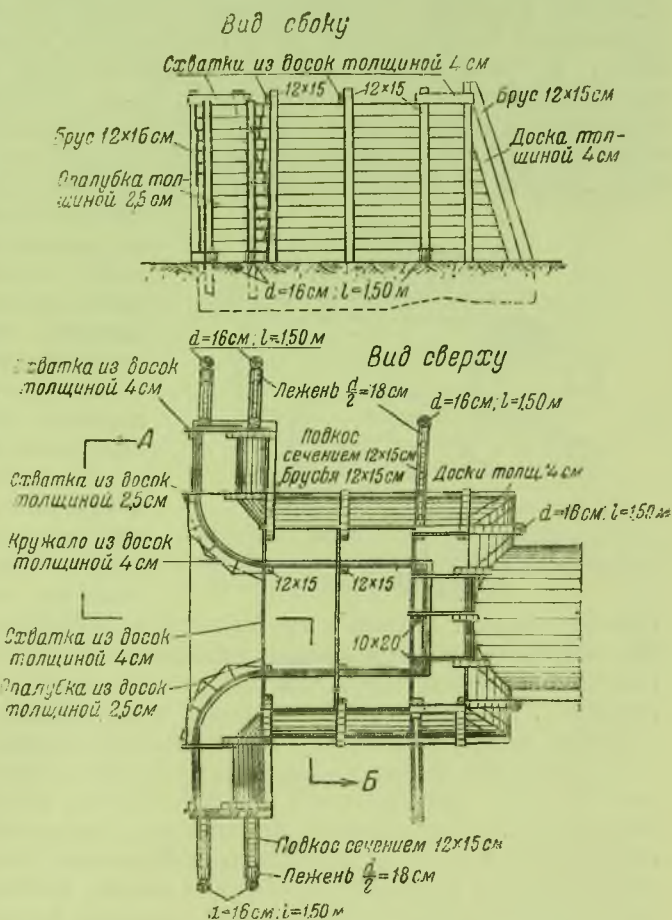
на 1 пог. м трубы, для труб других диаметров объем свода уменьшается примерно пропорционально диаметру.

Бетонирование труб ведется по звеньям, на которые разделяются труба и ее фундамент при проектировании. Первоначально звенья бетонируются через одно, а затем бетонируются промежуточные звенья. Бетонировку каждого звена следует производить с таким расчетом, чтобы оно было закончено в один прием без перерыва в работе. При бетонировании первых звеньев бетон необходимо поддерживать и со стороны его щековых поверхностей по границам звена. Образование шва делается так же, как при бетонировании фундамента. Спуск бетона в опалубку производится по хоботам, устанавливаемым вдоль тачечных путей.

При значительном количестве бетона можно поднимать тачки краном-укосиной. Наконец, можно поднимать бетон шахтоподъемником и разгружать в бункер, а из бункера бетон развозят тачками.

Уплотнение бетона производится вибролопатами; у опалубки бетон уплотняется штыкованием; заглаживание наружной поверхности бетона у вершины свода делается поверхностным вибратором.

Оголовки каменных и бетонных труб имеют довольно сложное очертание, а потому при кладке этих оголовков из камня устанавливаются шаблоны, а при кладке из бетона приходится устраивать опалубку сложного очертания. На фиг. 235 показана конструкция опалубки входного оголовка коридорного типа. Опалубка устраивается на полную высоту оголовка, а бетон подвозится по верху



Фиг. 235

опалубки, для чего по верхним поперечным схваткам укладываются доски.

Щековые части сводов и наружные поверхности оголовков при каменной кладке облицовываются естественным камнем.

Облицовка оголовков ничем не отличается от облицовки мостовых опор. Часто она делается не рядовой, а циклопской, что ввиду небольшой высоты оголовков вполне допустимо. Облицовка сводов делается камнями клинообразной формы, заусенки которых имеют радиальное направление. Для обеспечения совместной работы облицовки и тела свода толщина облицовочных камней должна быть равна толщине свода. Для связи облицовочных камней с кладкой тела свода камни делаются ложковыми и тычковыми с попеременным чередованием. В отличие от ложков и тычков облицовки мостовых опор ложки и тычки сводов имеют по лицу одинаковые размеры и

только разнятся один от другого длиной хвостовой части. Как уже указано выше, хвостовая часть ложков делается не менее ширины камня, а у тычков — не менее двойной ширины.

На фиг. 236 показано расположение тычков и ложков в облицовке свода трубы.

Раскружаливание каменных и бетонных труб делается после засыпки свода трубы на высоту не менее 1 м, а при высоких насыпях — до 3 м над

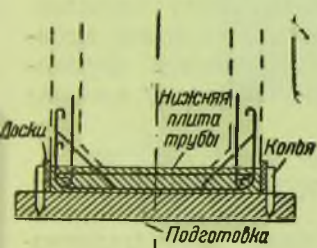
ключом свода. Засыпку трубы можно начинать не ранее чем через 10 дней по окончании кладки или бетонирования трубы. Перед засыпкой трубы землей наружная поверхность трубы покрывается гидроизоляцией, лучше всего обклеенного типа. После устройства изоляции полезно окружить трубу слоем мятой глины. От конца бетонных или каменных работ до раскружаливания, во всяком случае, должен пройти срок: для каменной кладки 14 дней, для бетона — срок достижения им 70% проектной прочности. Раскружаливание должно производиться путем осторожного выбивания клиньев из-под кружал одновременно на всем протяжении звена. Небольшое опускание кружал полезно сделать сразу после укладки бетона в бетонных трубах, чтобы дать некоторую свободу деформаций от усадки бетона.

3. Прямоугольные железобетонные трубы

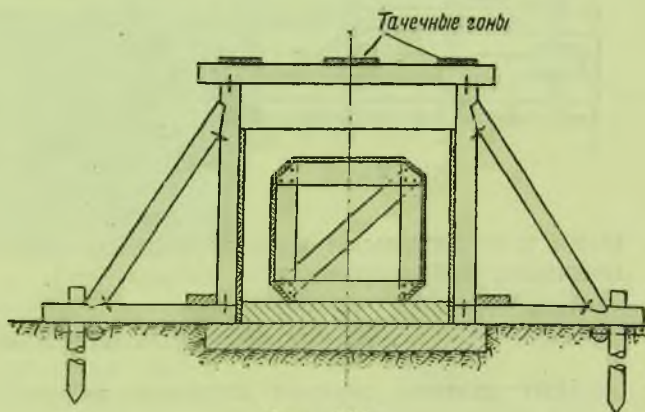
Бетонирование труб ведется по звеньям, на которые разделяется труба при проектировании. Процесс работ по постройке одиночной трубы протекает следующим образом.

Если грунт, на котором закладывается труба, хороший, то особого фундамента под трубу не назначается. Необходимо убрать верхний

растительный слой грунта и основание под трубу тщательно спланировать. Отдельные местные углубления следует заполнить щебнем или гравием с тщательной его трамбовкой и заливкой цементным раствором. Планировку грунта нужно производить на 10 — 15 см ниже проектной отметки заложения низа нижней плиты трубы, так как по окончании планировки перед сборкой арматуры подушки необходимо сделать бетонную подготовку. По затвердении этой подготовки приступают к сборке арматуры нижней плиты трубы, ограждая ее с боков при бетонировании невысокими бортиками из досок. При бетонировании подготовки в бетон следует заделать небольшие свайки для поддержания бортовых досок (фиг. 237). Для связи нижней плиты с боковыми стенками из плиты выпускается арматура, предусмотренная проектом. После затвердения нижней плиты (до 25% проектной прочности) приступают к устройству внутренней опалубки трубы.



Фиг. 237



Фиг. 238

Внутренняя опалубка трубы состоит из дощатых ребер и дощатой опалубки. Дощатые ребра при больших пролетах подпираются в одном или нескольких местах дополнительными стойками, уменьшающими пролет ребра.

Одновременно с внутренней опалубкой устанавливаются ребра для поддержания наружной опалубки. Доски опалубки закладываются по мере бетонирования боковых стенок. Подмости для подачи бетона на верх трубы при бетонировании верхних частей стенок и верхней плиты трубы заготавливаются заранее, а собираются по мере надобности.

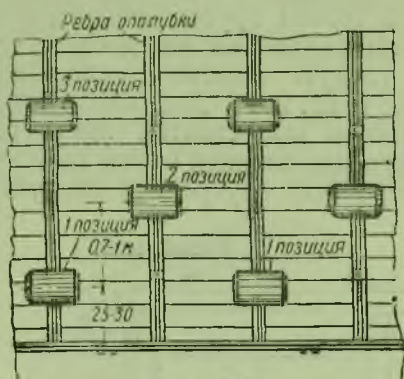
На фиг. 238 показано устройство внутренней и наружной опалубки боковых стен и подмостей для подачи бетона на верх трубы. Первоначально бетон подается по катальным путям, уложенным по бокам трубы по грунту. При бетонировании верха степ и верхней плиты бетон развозится тачками по верхним подмостям.

Уплотнение бетона производится штыковыми и стержневыми вибраторами с тщательной ручной штыковкой бетона у опалубки. Верхняя поверхность плиты заглаживается поверхностными вибраторами

или виброрейкой. Швы между отдельными звеньями образуются так же, как и при бетонировании коробовых труб.

Производство работ по бетонированию двух- и многоочковых труб осложняется наличием одной или нескольких средних стенок, бетонирование которых возможно производить только сверху.

Здесь в еще большей степени, чем в одноочковой трубе, переплетаются работы по установке опалубки и арматуры.



Фиг. 239

Если трубы имеют тонкие стены, уплотнение бетона производится наружными вибраторами, прикрепленными к ребрам опалубки. Вибраторы прикрепляются к ребрам через одно ребро и переставляются по вертикали в шахматном порядке через 0,75 — 1,0 м (фиг. 239).

При толщине стен более 20 см вибраторы укрепляют поочередно то с одной, то с другой стороны стены. Одновременно с вибрированием бетон следует шуровать вручную у опалубки. Опускание бетона производится узкими металлическими хоботами. Плиты уплотняются штыковыми

и стержневыми вибраторами и заглаживаются сверху поверхностными вибраторами или виброрейкой.

4. Круглые железобетонные трубы

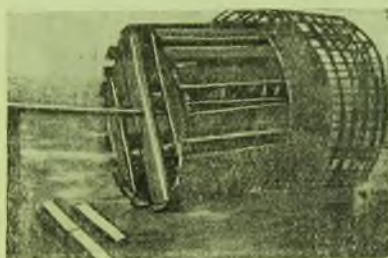
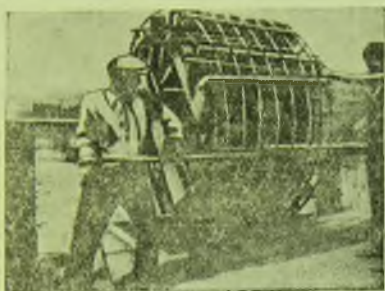
Изготовление звеньев круглых железобетонных труб производится централизованно для целого участка строящейся железной дороги. Для этой цели организуется бетонный завод, где звенья труб изготавливаются, твердеют, а затем развозятся на места сооружений. Вид транспорта для развозки зависит от диаметра труб. Трубы диаметром 1 м можно развозить конными подводами. Трубы больших диаметров необходимо развозить механизированным транспортом: автогрузовиками (3 т), тракторами с прицепами, железнодорожными вагонами, так как вес отдельных звеньев для труб диаметром 2 м достигает 3 т.

Место для завода выбирается по экономическим соображениям, учитывая дальность развозки труб и наличие на месте песка и гравия.

При производстве работ по изготовлению труб нужно заготовить арматуру, собрать форму для бетонирования звена, установить в форме заготовленную арматуру и забетонировать звено. Арматура труб — двойная: она состоит из двух спиралей, т. е. навитых на барабан винтообразно длинных тонких круглых стержней стали. Кроме спиралей ставится продольная прямая распределительная арматура. Вязка арматуры производится на деревянных барабанах, в результате чего получают готовый каркас арматуры для одного звена.

На фиг. 240 показан ход работ по вязке арматуры.

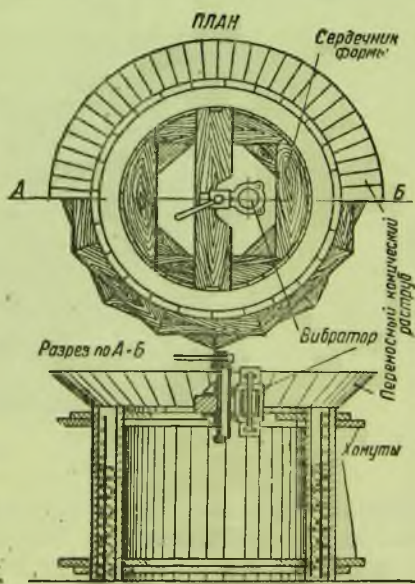
Формы для бетонирования звеньев применяются многооборотные, т. е. такие, которые после распалубки одного звена переносятся для бетонирования других звеньев.



Фиг. 240

Форма состоит из дощатых кружал и обшивки, образующих два цилиндра: один для внутренней части трубы и второй для наружной. Каждый из этих цилиндров по продольной оси делается из двух половинок. Соединение половинок в одно целое делается при помощи металлических крючков. Для увеличения срока службы форм и для улучшения качества поверхности бетона рекомендуется формы обивать кровельным железом. На фиг. 241 представлена такая форма для бетонирования труб.

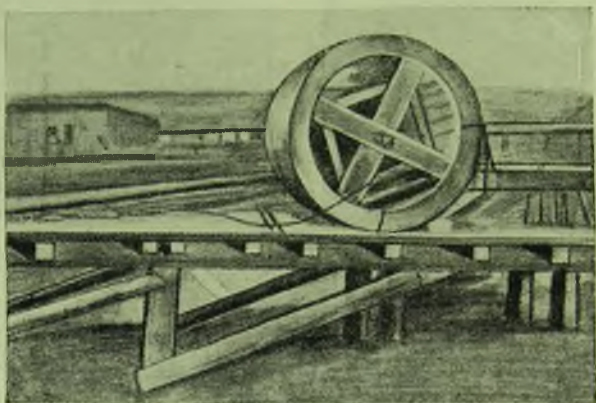
Бетонирование производится на плотно сколоченном бойке из толстых досок. На бойке собирается внутренний цилиндр и скрепляется крючками в одно целое. Затем собирается внешний цилиндр и прикрепляется к бойку при помощи брусков-коротышей, так называемых ляпух, прибываемых к бойку и к наружной поверхности форм. После выверки положения форм между ними



Фиг. 241

вставляются временные рейки или доски шириной, равной толщине стенок трубы.

Когда форма собрана, на ней устанавливается тисковый вибратор, привинчиваемый к поперечному бруску, который прикрепляется к кружалам внутреннего цилиндра. После этого в собранную форму



Фиг. 242a

устанавливается арматура, причем надлежащими прокладками обеспечивается создание защитного слоя бетона. Бетонирование производится таким образом, что форма наполняется до половины бетонной смесью, после чего вибратор включается на 30 сек. При этом



Фиг. 242б

нужно тщательно производить штыкование бетона вручную. Затем вибратор выключается, производится окончательное наполнение формы и вибратор включается вновь. Производить длительное вибрирование во все время наполнения формы вредно, так как оно может вызвать расслоение бетона. Распалубливание трубы производится

после достижения бетоном 25% проектной прочности, и во всяком случае так, чтобы бетон не повреждался при распалубке.

После окончательного затвердения бетона звенья грузят на автомашины или железнодорожные вагоны. Их перекачивают от места бетонирования до погрузки, пользуясь их круглой формой, или подвозят к железнодорожной станции тоже на автомашинах. Для этого в каждое звено вставляют крест с металлической осью, к которой прикрепляют трос; звенья перемещают лебедкой по укатанной дороге или вкатывают по стремянкам на автомашины. На фиг. 242а и 242б показан процесс погрузки звеньев.

При разгрузке у сооружения отсыпается земляная призма или делается выкладка из шпальных клеток, на которые и сгружаются звенья с подвижного состава. На месте укладки предварительно готовится основание, вырывается котлован для фундаментов и опор оголовков и эти части бетонируются. Затем на подготовленное основание укладывают отдельные звенья. Соединения звеньев в новых проектах труб не делается никакого (см. фиг. 34а), в старых проектах соединение звеньев труб производится тремя способами.

Первый способ — в месте стыка двух звеньев на трубу надевают железобетонную муфту длиной 30 см, предварительно заготовленную (фиг. 243а). Внутренний диаметр муфты на 40 мм больше, чем наружный диаметр трубы. Муфта устанавливается на прокладку из просмоленного войлока, который, кроме того, набивается в кольцевой зазор после установки муфты.

Второй способ — в месте стыка бетонируется муфта длиной 30 см и толщиной 6 см, причем перед бетонированием прокладывается узкая полоса металлической проволоочной сетки, которая являлась арматурой муфты.

Третий способ — стык стягивается при помощи железного обруча из полосового железа шириной 250 мм и толщиной 30 см. Обруч состоит из двух частей, скрепленных двумя болтами, причем перед постановкой обруча прокладывается полоса просмоленного войлока (фиг. 243б).

Когда труба окончательно уложена на полную длину, устанавливается опалубка оголовков и они бетонируются. Наружная поверхность трубы покрывается каким-либо водонепроницаемым материалом (изоляцией), и до засыпки землей труба обкладывается слоем мятой глины толщиной 20 см.

§ 33. СВОДЫ И НАДСВОДНЫЕ СТРОЕНИЯ КАМЕННЫХ МОСТОВ

Каменные мосты строятся на железных дорогах преимущественно в горных местностях при наличии подходящего каменного материала.

Своды каменных мостов в зависимости от величины пролета делаются из каменной кладки следующих видов.

1. Из штучного камня чистой или получистой тески или грубооколотых в более или менее правильную форму клиньев.

Постели клиньев чистой и получистой тески должны быть ровными; в грубооколотых клиньях допускаются впадины до 2 см.

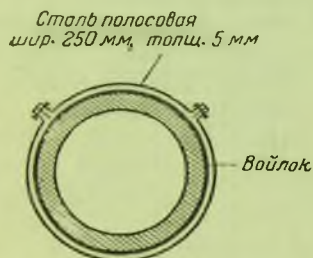
Клинья заготавливаются по шаблонам из камня лучшего качества по возможности во всю толщину свода; при большей толщине свода клин может быть составлен из двух и трех частей; толщина клиньев в тонком конце не должна быть меньше $\frac{1}{3}$ длины их.

2. Из отборного постелистого бутового камня радиальными рядами.

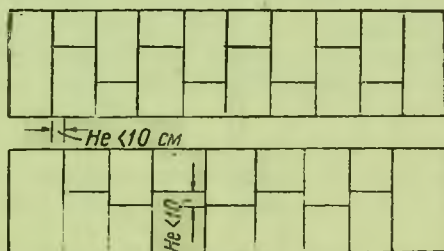
3. Из обыкновенного бутового камня, с тщательной расщебенкой, слоями толщиной 80 — 100 см, которые ограничиваются радиальными швами.

О последних двух видах кладки уже говорилось при описании кладки коробовых труб.

Щековые плоскости сводов облицовываются штучным естественным камнем. Для обеспечения совместной работы облицовки и тела свода толщина облицовочных камней должна быть равной или кратной толщине рядов внутренней кладки свода, и в рядах облицовки ложки и тычки должны чередоваться.



Фиг. 2436



Фиг. 244

Поверхность свода с внутренней стороны не облицовывается; в зависимости от рода кладки швы на внутренней стороне поверхности свода расшиваются или производится их затирка цементным раствором. Своды из штучных камней должны быть заказаны заблаговременно в карьере, для этого предварительно составляются чертежи разрезки свода. При составлении разрезки необходимо руководствоваться правилами, которые приведены выше.

Кроме разрезки кладки в плоскости щек свода должна быть произведена разрезка с соблюдением перевязки швов в рядах кладки, перпендикулярных к оси свода (фиг. 244).

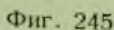
Для поддержания свода во время кладки в пролете должны быть построены нижние подмости и кружала с опалубкой. Нижние подмости служат для поддержания кружал. Между этими подмостями помещаются приспособления для раскружаливания свода¹.

Подмости и кружала обычно делают из дерева, с металлическими креплениями. Кружала делают в виде косяков, которые вырезаются по форме свода и поддерживаются ребрами.

На фиг. 245 показаны подмости и кружала высокого каменного моста. Нижние подмости основаны на забитых в грунт сваях.

¹ О раскружаливающих приспособлениях см. ниже в главе о железобетонных пролетных строениях.

Чтобы опалубка во время раскручивания легко отделялась от свода, наружную поверхность досок опалубки следует остругивать.

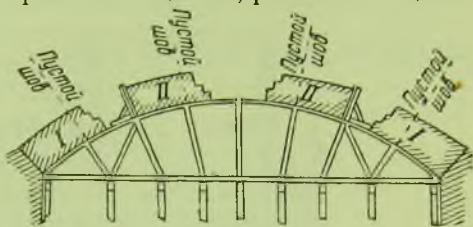


1) нагружать кружала равномерно, начиная кладку одновременно в пятах и еще в нескольких точках, симметрично расположенных от вершины свода по обеим его половинам;

На фиг. 246 показаны порядок кладки свода и места оставления пустых швов.

Для удержания кладки от сползания по кружалам при кладке секций II должны быть устроены поддерживающие кладку временные деревянные стеночки. Конструкция такой стеночки показана на фиг. 247.

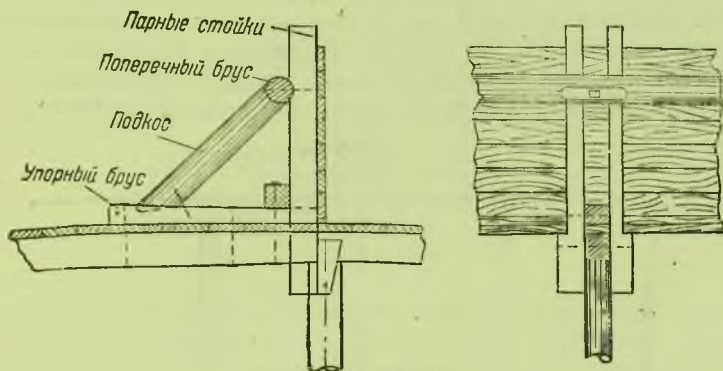
Пустые швы устраиваются следующим образом: во всю ширину свода по опалубке укладывается деревянная рейка толщиной, равной толщине шва, т. е. 2 см (фиг. 248). Над рейкой раньше укладывалась свинцовая полоса шириной 4—6 см, которая оставалась в кладке; в верхней части пустого шва для удержания каменной следующей ряда укладываются отдельные прокладки из дерева или из плоских щебенков.



Фиг. 246

Для получения возможно более правильного шва поверхность кладки, расположенная над швом, перед укладкой рейки и свинцовой полосы выравнивается под рейку цементным раствором. Толщина пустого шва у наружных граней в облицовке не должна превышать 1—1,5 см. Во внутренней части для удобства последующего заполнения толщину шва увеличивают до 3—4 см.

Если весь свод возводится из тесаных камней, это утолщение шва в средней части должно быть выполнено при теске клиньев, как это показано на фиг. 249. Кладка секций начинается одновременно на



Фиг. 247

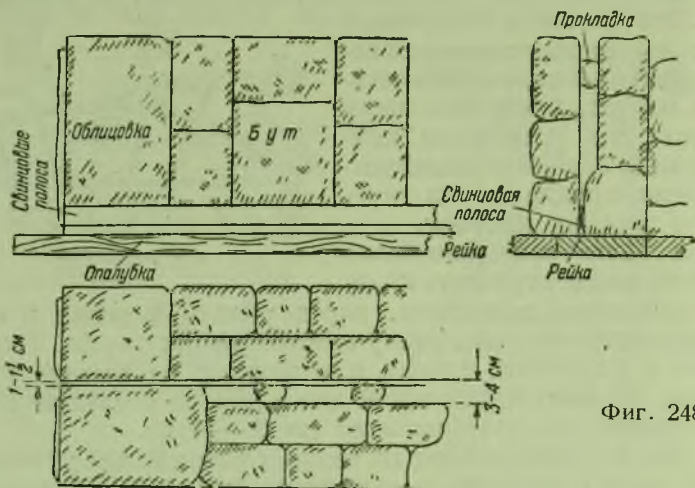
обеих половинах свода и ведется во всю ширину и толщину свода. Кладка секций I доводится до нижних концов упорных брусьев подпорных стенок и ограничивается штрабами, как показано на фиг. 246. Кладка секций II продолжается до вершины свода, и только с одной стороны от замкового ряда кладки оставляется пустой шов.

Таким образом, по окончании кладки всего свода в нем остаются незаполненными поперечные траншеи в местах расположения подпорных стенок и пустые швы над всеми узлами кружал и у замка.

Закладка траншей каменной кладкой производится только после

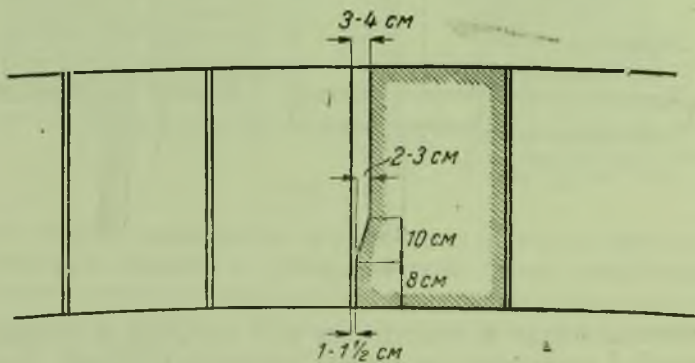
достаточного отвердения кладки секций (не ранее чем через 7 суток) и после окончания кладки всех секций.

Порядок заполнения траншей следующий: в боковых частях свода ставятся временные распорки, упираемые одним концом в поперечный брус стенок, а другим концом в кладку нижележащей секции; под



Фиг. 248

концы распорок укладываются доски; подкосы после этого удаляются (фиг. 250). Затем в средней части свода траншея заполняется каменной кладкой примерно до середины ширины траншеи с оставлением боковых штраб. Далее в средней части свода укладываются более короткие распорки, причем первоначально выпиливается поперечный брус



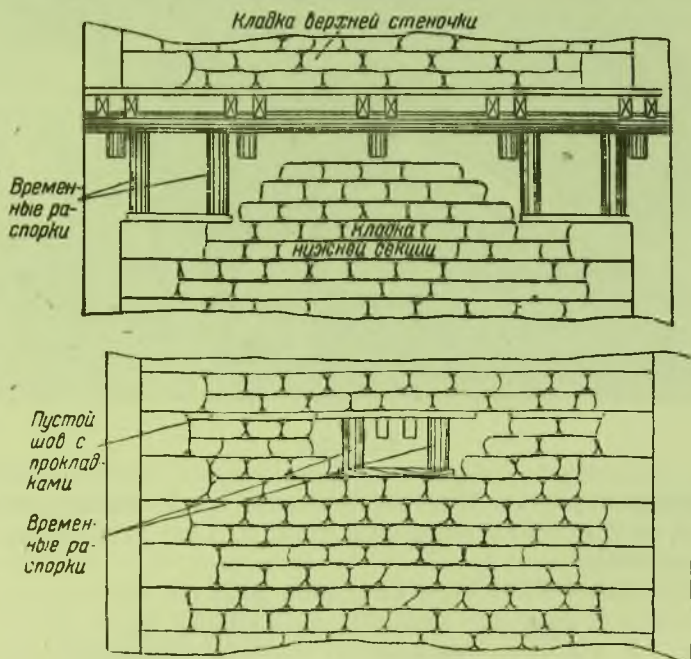
Фиг. 249

стеночки; в крайних частях свода удаляются все части стенок и кладка здесь доводится до верхней секции с оставлением лишь пустого шва с соответствующими прокладками. Наконец, последовательно вынимаются распорки в средней части траншеи и кладка доводится до верхней секции с оставлением пустого шва. Заполнение пустых швов, т. е. окончательное замыкание свода, производится не ранее чем

через 14 суток с момента окончания кладки всех секций свода. Заполнение производится в последовательном порядке от пят к замку и одновременно на обеих половинах свода.

Для заполнения швов должен применяться раствор с малым количеством воды, т. е. водо-цементное отношение этого раствора $\frac{В}{Ц}$ должно быть примерно равно 0,25 *.

Состав такого раствора: 1 часть цемента, 3 части песка и 0,25 части воды. Дозировка делается по весу.



Фиг. 250

Забивание шва раствором должно производиться слоями высотой 10 см с сильным трамбованием раствора до появления на поверхности слоя влаги. Для трамбования применяются металлические трамбовки из железных полос шириной 8 — 10 см и толщиной на 3 — 4 мм менее толщины шва.

Замыкание свода должно производиться при возможно низкой температуре (от +5 до —10°C).

Для каменной кладки необходимо устроить два передвижных бойка на обеих половинах свода, с которых производится кладка и на которых размещаются материалы (фиг. 251). Материалы для кладки поднимаются подъемниками и развозятся вдоль моста по особым рабочим подмостям, которые строятся параллельно нижним

* Водо-цементным отношением называется отношение веса воды к весу цемента.

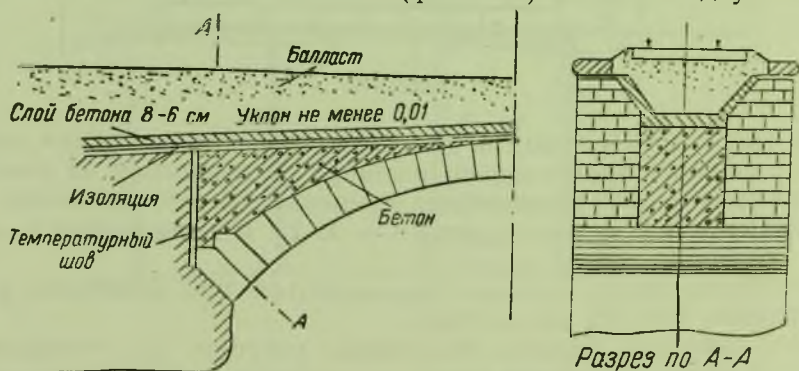
подмостям и независимо от них для того, чтобы не передавать сотрясения при перевозке материалов на кружала. Чтобы удобнее было подавать материалы на бойки, на рабочих подмостях делается несколько проездов на разных высотах.



Фиг. 251

Надсводное строение каменных мостов дает возможность расположить над ним полотно железной дороги. Оно устраивается сплошным или сквозным.

Сплошное надсводное строение (фиг. 252) состоит из двух подпор-



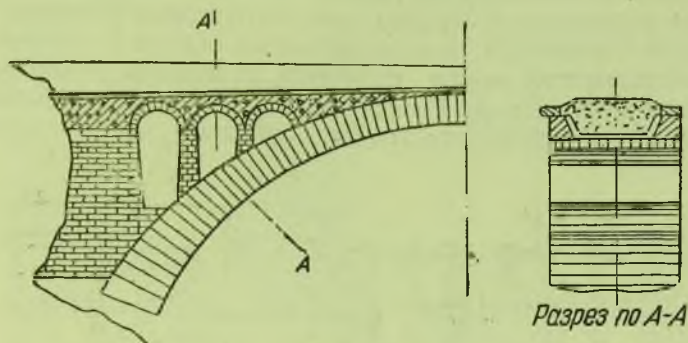
Фиг. 252

ных стенок — щековых стенок, промежутков между которыми заполняется тощим бетоном с приданием ему в продольном направлении уклона для стока воды. Поверхность тощего бетона покрывается водонепроницаемым слоем (гидроизоляцией). Гидроизоляцией

покрывается также верх щековых стенок¹. На верху стенок укладываются также карнизные или кордонные камни, которые имеют архитектурное значение.

Сквозное надсводное строение (фиг. 253) состоит из ряда поперечных стенок, опирающихся на главный свод и перекрытых малыми сводиками; пространство между сводиками заполняется забуткой, которой придается продольный уклон для стока воды. Верх забутки покрывается гидроизоляцией.

После возведения надсводного строения свод выдерживается на кружалах еще не менее 10 дней.



Фиг. 253

Примерные сроки раскружаливания свода составляют:

- 1) для сводов пролетом менее 20 м — 20 суток после его замыкания;
- 2) для сводов пролетом 20 м — 30 суток после его замыкания.

Если температура наружного воздуха во время твердения раствора после замыкания свода будет ниже $+15^{\circ}\text{C}$, то указанные сроки должны быть увеличены.

Раскружаливание должно производиться постепенно и равномерно по ширине и длине свода. Для этого служат устанавливаемые во время постройки подмостей между нижними подмостями и кружалами особые приспособления: песочные цилиндры, деревянные кобылки, клинья (для малых пролетов — до 10 м). Порядок раскружаливания определяется техническими руководителями постройки. Самое раскружаливание производится под руководством технического персонала постройки.

§ 34. ПРОЛЕТНЫЕ СТРОЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ

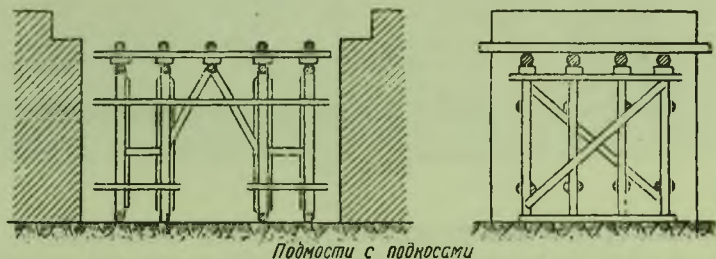
1. Балочные пролетные строения

Балочные железобетонные пролетные строения применяются двух типов: для малых пролетов — плитные пролетные строения;

¹ Об устройстве гидроизоляции см. ниже.

для более значительных пролетов — ребристые пролетные строения. Плитные пролетные строения часто изготавливаются на бетонном заводе, привозятся в готовом виде и ставятся на место на готовые опоры.

При бетонировании пролетного строения в пролете устраиваются подмости, поддерживающие опалубку пролетного строения. Типы применяемых подмостей приведены на фиг. 254 и 255. Подмости устраиваются на лежнях или при плохом грунте — на сваях. Следует располагать лежни не на грунте, а на обрезках фундаментов возведенных опор. В этом случае лежни имеют надежную опору, и подмости дадут наименьшую осадку при загрузке бетоном. К этому всегда следует стремиться, так как большая осадка и вообще большая деформация подмостей могут нарушить прочность возводимого железобетонного сооружения. Между подмостями и опалубкой ставятся раскружаливающие приспособления, большей частью клинья.



Фиг. 254

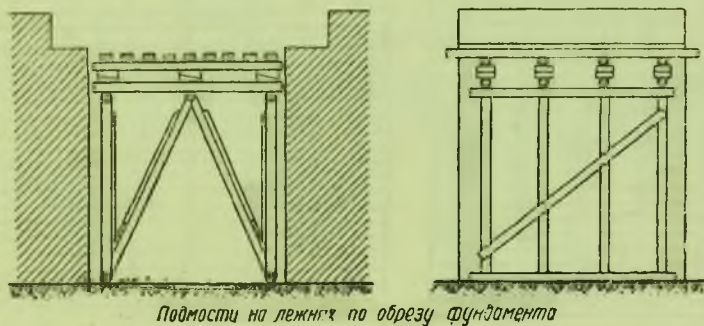
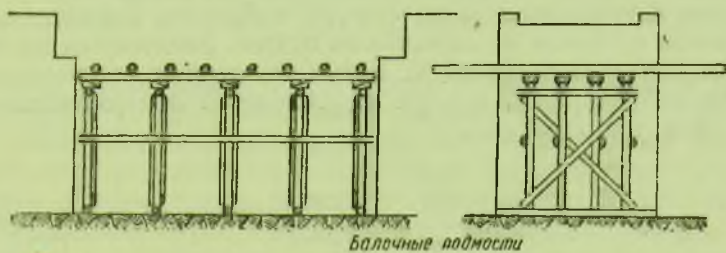
На фиг. 256а и 256б показаны детали подмостей и опалубки ребристого пролетного строения. Подмости ввиду значительного пролета состоят из нескольких поперечных рядов стоек, причем средние стойки опираются на забитые в грунт сваи.

Очертание и конструкция опалубки ввиду наличия ребер сложны, а ребра балок трудно доступны для бетонирования.

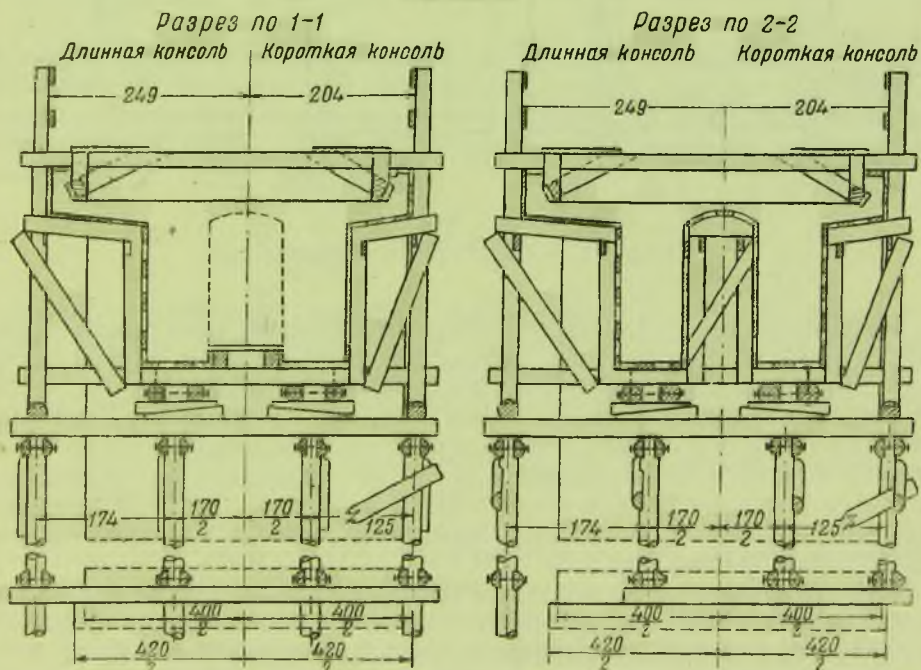
Над крайними стойками подмостей установлены перильные стойки опалубки, которые выше пролетного строения связаны попарно дощатыми поперечными схватками. По этим схваткам уложен дощатый настил для подвозки бетона.

Работа по бетонированию пролетных строений, как правило, организуется таким образом, чтобы все пролетное строение было забетонировано без перерыва. Затруднений при бетонировании плитных пролетных строений обычно никаких не встречается. Бетонирование начинают одновременно с обоих концов пролетного строения и ведут равномерно, чтобы не создавать односторонней нагрузки на подмости.

Бетон от бетономешалки, устанавливаемой на земле у складов гравия и песка, подвозится к подмостям тачками и вагонетками в за-

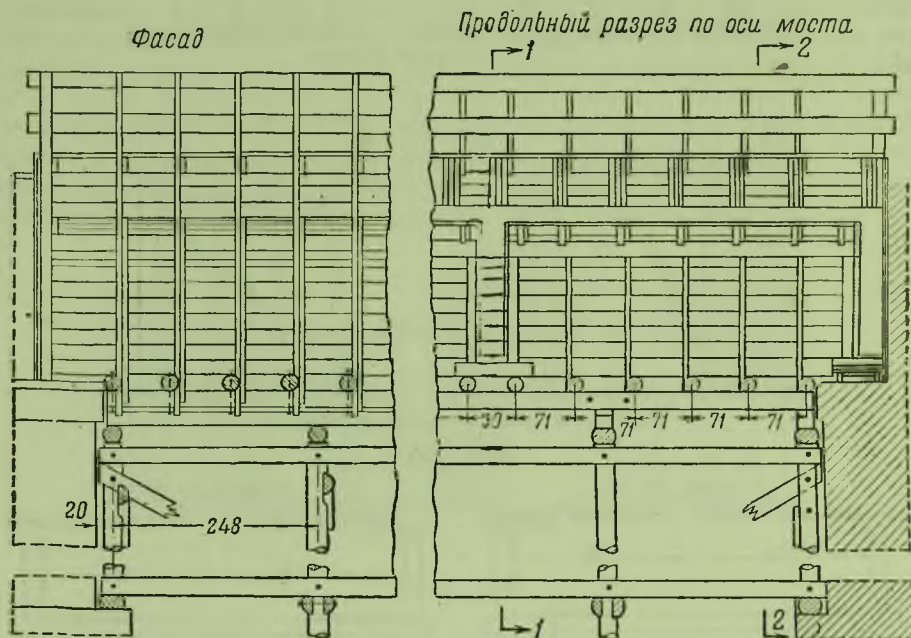


Фиг. 255



Фиг. 256а

висимости от дальности возки, поднимается на подмости каким-либо подъемником и выгружается на боек и в бункер. По подмостям бетон развозится в тачках по катальным путям, уложенным по верхним поперечным схваткам подмостей. Бетон уплотняют стержневыми или штыковыми вибраторами, а верх отделяется поверхностными вибраторами или виброрейкой.



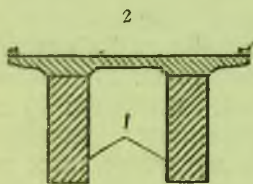
Фиг. 2566

Бетонирование ребристых пролетных строений представляет ряд затруднений вследствие того, что доступ к продольным ребрам балки затруднителен. Они бетонируются одновременно и равномерно, чтобы не создавать одностороннего напора бетона на опалубку, который мог бы ее сдвинуть. При бетонировании низа продольных ребер бетон следует опускать по железным хоботам во избежание налипания цементного раствора на арматуру плит и верхнюю арматуру продольных ребер. Хоботы ставят между арматурой, и, если арматура частая, ее временно раздвигают.

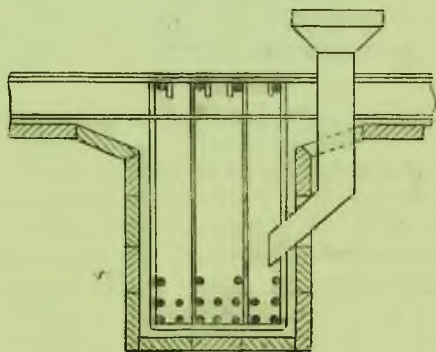
В крайнем случае при балках большой высоты (1,5 м и больше) допускается не собирать арматуру плиты, а собрать только арматуру продольных ребер и бетонирование вести до верха ребер 1 (фиг. 257), а затем уже собрать арматуру плиты и закончить бетонирование пролетного строения, забетонировав плиту 2. Во избежание налипания цементного раствора на верхнюю арматуру продольных ребер можно

устроить устье хобота ниже арматуры, вынув временно доски опалубки и сделав у конца трубы колено, как это показано на фиг. 258.

В нижней части ребер обычно располагается главная арматура, которая в больших пролетах здесь уложена очень тесно. При бетонировании этих мест нужно шуровать бетон, иначе по низу ребер будут наблюдаться места, не заполненные бетоном. Для облегчения проникания бетона через арматуру рекомендуется для низа ребер заготавливать особый бетон с гравием не крупнее 8 — 10 мм. Уплотнение бетона в пределах ребер производится вибролопатами, если густота арматуры позволяет опустить в ребро вибролопату, или стержне-



Фиг. 257



Фиг. 258

выми вибраторами и наружными тисковыми вибраторами, укрепленными на внешних и внутренних ребрах опалубки. Бетон плиты уплотняется штыковыми и стержневыми вибролопатами и заглаживается при окончании бетонирования поверхностными вибраторами или виброрейкой.

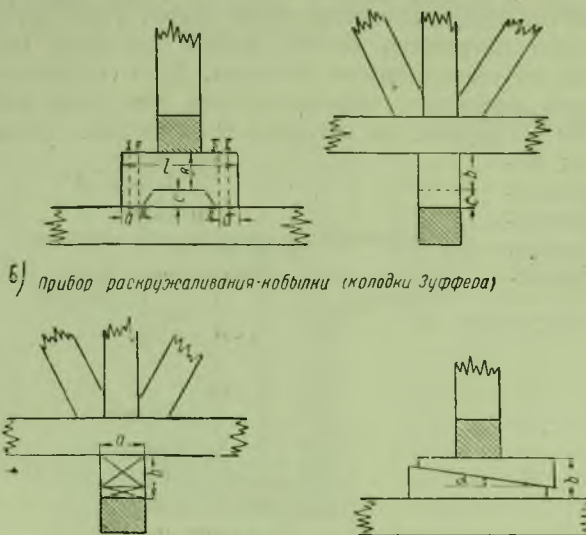
2. Арочные пролетные строения

Арочные пролетные строения малых пролетов состоят из массивного свода, занимающего всю ширину моста; арочные пролетные строения более значительных пролетов состоят из двух или нескольких арок, соединенных по ширине моста поперечными распорками.

Проезжая часть поддерживается большей частью рядами колонн, которые опираются на свод или арки.

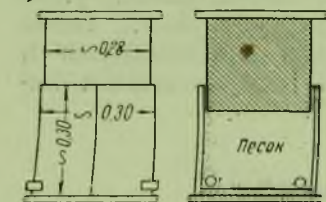
Для устройства арочного пролетного строения в первую очередь строят подмости, которые состоят из двух отдельных частей—нижних подмостей и кружал. Нижние подмости, верх которых располагается приблизительно в уровне пят арок, подобны по конструкции подмостям балочных пролетных строений. Вследствие больших нагрузок, которые они выдерживают, поддерживая пролетное строение до отвердения последнего, они основываются почти исключительно на сваях.

Кружала, ограниченные сверху плавной кривой линией, а снизу горизонтальным прогоном, по конструкции подобны уже рассмотренным выше кружалам труб и каменных мостов, только косяки их вследствие больших нагрузок делаются всегда из брусьев.



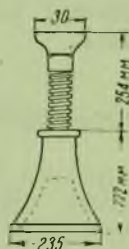
б) прибор раскружаливания-кобылки (колодки Зурффера)

а) прибор раскружаливания - клинья (дубовые или сосновые)



в) Песочница

г) винтовой домкрат



Фиг. 259

деревянные колодки. При раскружаливании по бокам колодок делаются пропилы I—I и II—II. После пропила II—II оставшиеся опорные площадочки раздавливаются весом нагруженных кружал и происходит их опускание до нижнего выреза в колодке (кобылке). Эти приспособления очень просты и применяются для средних пролетов мостов.

На фиг. 259,в показан песочный цилиндр. Он состоит из металлического цилиндра, наполненного песком, на который опи-

Между нижними подмостями и кружалами помещают раскружаливающие приспособления, служащие для плавного опускания кружал при освобождении от них пролетного строения, после того как оно достаточно отвердеет.

Раскружаливающие приспособления чаще всего применяются в виде: а) деревянных клиньев; б) деревянных колодок; в) металлических цилиндров, наполненных песком, с деревянным сердечником, входящим в цилиндр и опирающимся на песок; г) винтовых домкратов.

На фиг. 259,а показаны деревянные клинья, которые делаются сосновыми или дубовыми. Дубовые могут выдерживать большие нагрузки, чем сосновые клинья, но вообще эти приспособления применяются при малых пролетах. На фиг. 259,б представлены дере-

рается окованный металлом деревянный сердечник. Для выпуска песка служат отверстия, закрываемые винтовыми пробками. Песок нужно предохранять от намокания, для чего служит фартук из просмоленного полотна. Кольцевое пространство между внутренней поверхностью цилиндра и сердечником конопатится просмоленной прядью. Песочные цилиндры применяются при больших пролетах мостов. На фиг. 259,2 показан винтовой домкрат, который редко применяется в качестве раскружаливающего приспособления.

На фиг. 260 показаны нижние подмости и кружала арочного пролетного строения. Кружальных ребер по ширине моста поставлено пять. Раскружаливающими приспособлениями в данном случае служат песочные цилиндры, которые поставлены над каждой стойкой нижних подмостей. К этим же точкам сведены и подкосы и стойки, поддерживающие косяки кружал.

Собственно опалубка арок и сводов устраивается следующим образом (фиг. 261). Например, при двух арках по ширине моста опалубка устраивается по настилу; настил опирается на кружала, устанавливаемые через 0,7 — 1,2 м; опалубка расшивается по верху поперечными досками *в*, а внутренние стойки расшиваются еще крестами *г*.

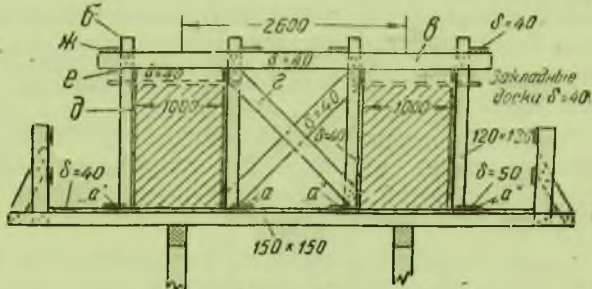
Нижние концы стоек закрепляются по настилу упорными досками *а*. К стойкам *б* пришивается боковая опалубка *д*, имеющая высоту, в точности соответствующую высоте арок. Выше нее к стойкам пришиваются упорные доски *е*. Доски эти пришиты над боковой опалубкой с просветом, равным толщине доски. В этот просвет по мере бетонирования просовываются доски (показаны пунктиром), которые служат для поддержания верхней поверхности бетона в подъемистых частях арки, где бетон с большой осадкой конуса может сплыть. Таким же образом устраивается опалубка для массивных сводов во всю ширину моста (фиг. 262). Для придания большей боковой устойчивости кратным стойкам верхние поперечные доски выпускаются за пределы свода и соединяются с нижним концом стоек дощатым подкосом.

При бетонировании арочных пролетных строений кружала их под нагрузкой прогибаются, изменяя форму кривой, по которой они были первоначально сделаны. От прогибов и выгиба подмостей в бетоне могут появиться трещины; поэтому при бетонировании принимаются меры, сводящиеся к делению арки или свода на секции. Секции, на которые разделяют пролетное строение, бетонируют в определенном порядке симметрично относительно вершины арки. Работа организуется так, чтобы каждая секция была забетонирована без перерыва в работе.

Деление арки на секции и очередность бетонирования их применительно к конструкции кружал, приведенной на фиг. 260, показаны на фиг. 263. Над каждой стойкой кружал оставлен небольшой разрыв в виде малой секции. Здесь при прогибе кружал наиболее вероятно появление трещин. Малые секции заполняются бетоном во вторую очередь, когда прогиб и осадку кружал большей части пролета под нагрузкой можно считать законченными.

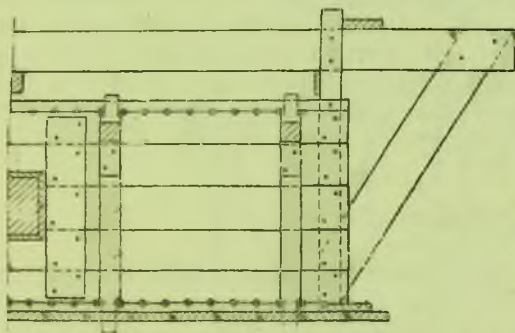
Продолжительность твердения больших секций зависит от актив-

ности (свойств) цемента, условий твердения, температуры и т. п. Из опыта многих построек установлено, что продолжительность эта должна составлять от 3 до 7 дней для малых пролетов и не менее 7 дней для больших пролетов. После этого поперечные заборки, ограничивающие большие секции, снимаются, равным образом снимаются и деревянные распорки, и, таким образом, передача давления осуществляется только через бетонные распорки. Затем приступают к бетонированию малых секций; они бетонируются также в определенном порядке, и арка замыкается.



Фиг. 261

При бетонировании арок и сводов бетонируются также основания колонн, поддерживающих проезжую часть.



Фиг. 262

После окончания бетонирования малых секций и их твердения приступают к сборке подмостей и опалубки надарочного строения.

Опалубка подмостей и конструкция их зависят от конструкции надарочного строения.

К моменту бетонирования надарочного строения рекомендуется основные арки пол-

Продольный разрез

Фасад

Порядок бетонирования железобетонных арок

Фиг. 263

ностью освободить от кружал с тем, чтобы они получили осадку. Однако это не всегда удается, и угроза наступления осенней хо-

лодной погоды заставляет иногда ускорять бетонирование надарочного строения и бетонировать его, не ожидая освобождения основных арок от кружал. В этом случае необходимо делать временные поперечные зазоры в бетоне надарочного строения во избежание повреждения бетона при осадке основных арок во время освобождения их от подмостей. Эти зазоры бетонируются после раскружаливания основных арок.

Бетонирование надсводного строения необходимо производить одновременно на двух полупролетах арок во избежание перекоса подмостей, поддерживающих арки от неравномерной нагрузки.

Для подъема бетона на кружала арок и сводов в зависимости от объема работ устанавливается один или несколько подъемников или вдоль всего моста устанавливается кабель-кран, обслуживающий подъем и горизонтальный транспорт бетона. Поднятый бетон приходится развозить вдоль пролета и подавать в ту или иную бетонируемую секцию.

Проще всего горизонтальный транспорт бетона осуществляется при применении кабель-крана, так как надобность в постройке каких-либо подмостей отпадает и подача бетона производится в любую точку вдоль крана. При отсутствии кабель-крана для развозки бетона вдоль пролета в дополнение к основным подмостям приходится строить рабочие подмости.

3. Рамные мосты

Характерной особенностью рамных железобетонных мостов является неразрывная связь пролетного строения с железобетонными же опорами; весь мост, включая и опоры, является одним монолитным сооружением.

Пролетное строение рамных мостов состоит из ребристых балок, а опоры — из колонн.

Эти мосты обычно строятся над железной или авто-гужево́й доро́гой. Это вызывает необходимость делать подмости для поддержания опалубки пролетных строений с минимальной строительной высотой и без промежуточных опор.

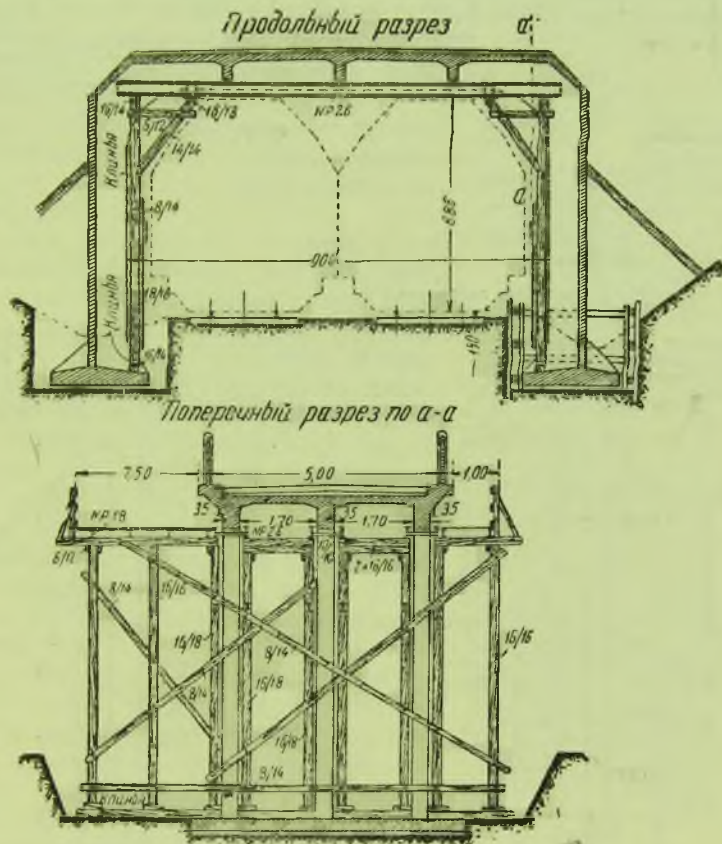
В таком случае для перекрытия больших пролетов в подмостях при малой строительной высоте уместно применение металлических балок.

На фиг. 264 приведен пример устройства таких подмостей, где пришлось перекрывать два железнодорожных пути без постановки промежуточных опор. Под каждым ребром пролетного строения было установлено по две железные двутавровые балки № 26, которые поддерживали опалубку ребер. Эти же балки поддерживали и опалубку плиты над ребрами.

Колонны, применяемые в мостах, имеют прямоугольное поперечное сечение. Арматура колонн состоит из продольных стержней

и хомутов, их связывающих (фиг. 265). Арматура ставится по наружному периметру колонн, середина же колонны свободна от арматуры.

Опалубка колонн устраивается из вертикальных досок, собранных в щиты при помощи сшивных планок и хомутов, придающих опалубке жесткость. Иногда опалубку колонн делают открытой с одной сто-



Фиг. 264

роны, и эта сторона закрывается закладными досками по мере бетонирования.

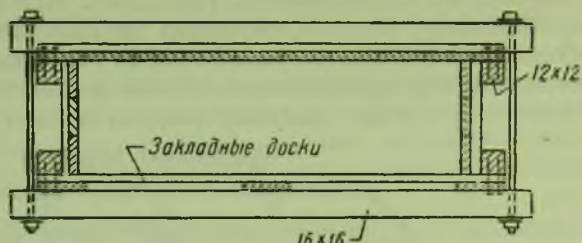
На фиг. 266 показана такая опалубка с закладными досками. Эти доски опираются на вертикальные рейки, поставленные заранее и прибитые гвоздями к сшивным планкам закрытых сторон. Сшивные планки делаются в этом случае длиннее, чем обычно.

Открытая сторона опалубки позволяет лучше укладывать бетон и тщательнее его шуровать вручную. Уплотнение бетона производится в колоннах большого и среднего размеров вибролопатой, подвешенной на тросе.

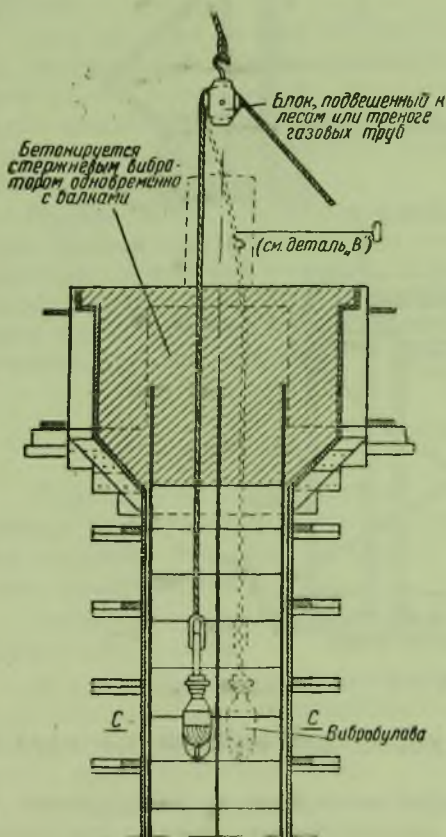
Для приспособления вибролопаты к подвеске штанга ее на 20 см от лопаты срезается; отверстие трубки забивается деревянной проб-



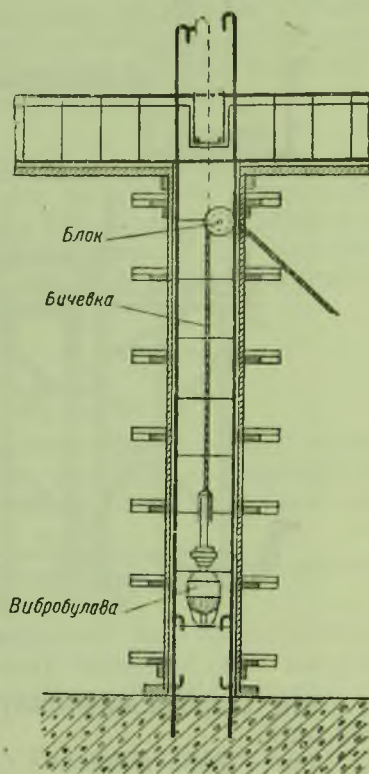
Фиг. 265



Фиг. 266



Разрез С-С



Фиг. 267

кой с каналом для пропуска проводов. К верхнему концу отрезка штанги приваривается ушко, а к ушку крепится трос (фиг. 267). Бетон забрасывают в боковое окно или в открытую сторону колонны. Вибролопата опускается на тросе до низа колонны. Бетон загружается слоем 0,5 м, затем включается ток, и рабочий начинает медленно вытягивать лопату из бетона. Когда лопата выйдет из бетона, ее снова опускают в бетон и снова поднимают, повторяя это до тех пор, пока не появятся внешние признаки уплотнения.

Когда слой окончательно уплотнен, вибратор извлекают из бетона, выключают ток и начинается забрасывание нового слоя бетона.

Колонны небольшого сечения, в которых нельзя применить вибролопату, бетонируются при помощи наружных тисковых вибраторов, которые привинчиваются к хомутам опалубки. Вибраторы привинчиваются так, чтобы длинная их ось была расположена вертикально. Порядок установки вибраторов следующий (фиг. 268): на первом хомуте от низа ставятся два вибратора (вибратор № 1), выше укрепляется по одному вибратору на каждом хомуте при большой толщине колонны или через хомут при небольшой толщине колонны (вибраторы № 1, 2, 3 и т. д.). В обоих случаях вибраторы следует ставить попеременно то с одной, то с другой стороны колонны. После установки вибраторов начинается бетонирование, причем первоначально подается слой раствора толщиной 10 — 15 см, затем подается бетон в таком количестве, чтобы слой его был не больше 0,5 м по высоте колонны. Когда бетон загружен, включаются одновременно вибраторы № 1 и 2, поставленные на нижнем хомуте, и производится вибрирование в течение 0,5 — 1 мин., пока не появится влага в щелях опалубки.

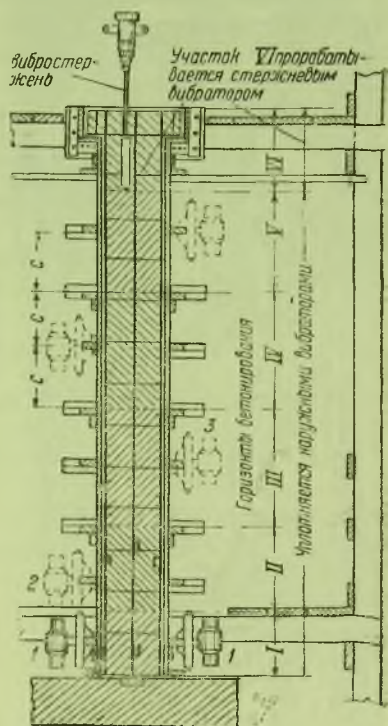
Затем производится новое наполнение опалубки, нижние вибраторы выключаются и вибрирование производится верхним вибратором № 3 и т. д.

Бетонирование ребристых балок производится так же, как и в балочных мостах.

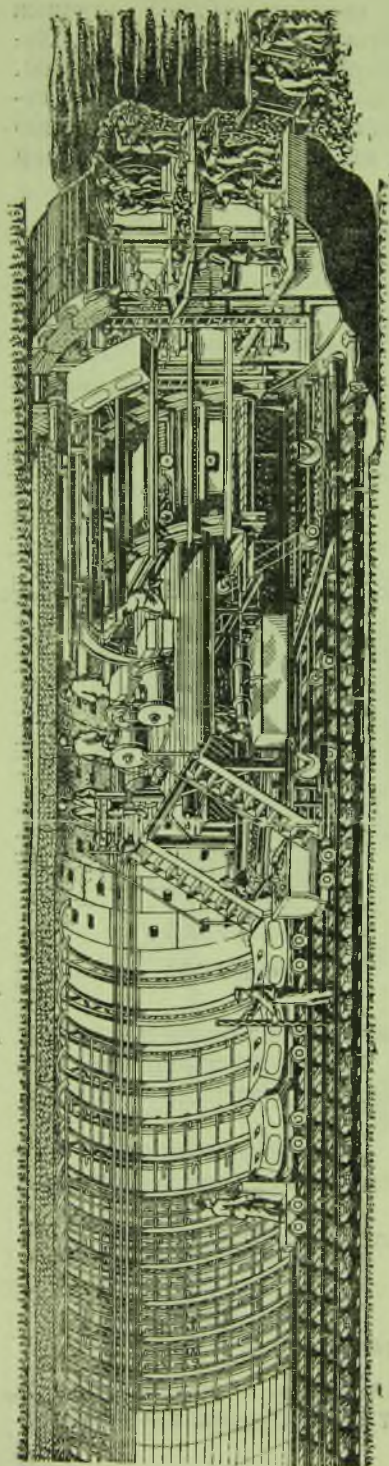
§ 35. ТОННЕЛИ

1. Способы постройки тоннелей

Тоннели на железных дорогах строятся двумя способами: горным и щитовым. Эти способы работ определяют попереч-



Фиг. 268



Фиг. 269

ное сечение тоннеля и характер его обделки. Поперечное сечение тоннелей, проходимых горным способом, обычно очерчено по коробовой кривой, а в щитовых тоннелях—по кругу. Характер обделки тоннелей, проходимых горным способом, определяется геологическими условиями. При описании типов искусственных сооружений были приведены типы обделок тоннелей для разных геологических условий. В тоннелях, проходимых щитовым способом, тип обделки в значительно меньшей степени зависит от геологических условий и определяется наличием оборудования.

При горном способе постройки тоннеля в земле делают ходы, или штольни, укрепляемые временными деревянными креплениями. Затем эти ходы, или штольни, расширяются и, таким образом, постепенно разрабатывается полное поперечное сечение тоннеля, которое обделывается каменной или бетонной кладкой. Способов разработки тоннеля на полное поперечное сечение применяется много, и применение того или иного способа зависит главным образом от геологического строения грунта, в котором прокладывается тоннель.

Чаще всего применяются: а) бельгийский способ разработки тоннелей, пригодный для хороших скалистых грунтов; б) австрийский способ разработки, пригодный для применения при разнообразных геологических условиях—от довольно крепких до весьма слабых пород; в) германский способ разработки, применяемый при слабых породах, которые производят большое давление на крепи, а также при широких тоннелях (двухпутных). Каждый способ разработки определяет, в свою очередь, способ устройства обделки.

При щитовом способе постройки тоннеля (фиг. 269) разработка тоннеля на полное поперечное сечение и постановка обделки делается под защитой металлического щита, представляющего в поперечном разрезе круг, а в целом — отрезок полого внутри цилиндра. При постройке Московского метрополитена диаметр щита равнялся 6,64 м и длина его составляла 4,6 м.

Работа в щите производится следующим образом: в хвостовой части устанавливается обделка тоннеля в виде отдельных колец; когда кольцо обделки собрано, в него упирают поршни гидравлических домкратов, а в домкраты накачивается насосом высокого давления (до 200 ат) вода; домкраты скреплены наглухо с оболочкой щита; упираясь в установленную обделку, они продвигают щит вперед; при этом щит передней (лобовой) своей частью врезается в грунт. Грунт постепенно выбирается и вывозится назад по готовому тоннелю.

Обделка тоннелей, сооружаемых щитовым способом, делается из чугунных коробок (тюбингов) или из железобетонных блоков.

2. Обделки тоннелей горного типа

Обделка тоннелей состоит из следующих частей: свода, закрепляющего верх тоннеля, стен, его поддерживающих и закрепляющих бока тоннеля, и фундаментов под стены, передающих давление от стен грунту.

Подошва фундамента стен закладывается ниже подошвы балластного слоя не менее чем на 0,5 м. На входных и выходных звеньях в пределах влияния морозов подошвы фундаментов стен закладываются ниже глубины промерзания. В слабых грунтах делается обратный свод, закрепляющий нижнюю часть тоннеля. Обделка тоннеля делается в виде отдельных звеньев длиной 6 — 8 м во избежание появления трещин при неравномерной осадке.

Обделка тоннеля производится следующими видами кладки:

- 1) обыкновенный бутовой кладкой;
- 2) бутовой кладкой с облицовкой из отборного или околотого бута;
- 3) кладкой из околотого в виде плит бута.

Фундамент делается из наиболее крупных постелистых камней толщиной не менее 30 см. Длина и ширина камней должны быть несколько больше их толщины. Для придания правильной формы обделки в пределах стен тоннеля по концам секции устанавливаются шаблоны, между которыми натягиваются причалки, определяющие очертание стен.

Все углубления и впадины в породе между наружной поверхностью обделки должны быть тщательно заполнены сухой кладкой. При кладке стен из обычной бутовой кладки толщину слоев берут от 30 до 70 см. Верхняя поверхность каждого такого слоя тщательно выравнивается. При кладке с облицовкой из отборного или околотого бута выравнивается каждый ряд кладки по высоте облицовки. Выравнивание слоев в зависимости от типа обделки производится или по горизонтальной или по радиальной плоскости.

Выравнивание производят обычно подбором и околкой бутового камня, ограничивая по возможности применение расщебенки.

В первых звеньях от порталов кладку стен делают правильными рядами с облицовкой грубой тески.

Кладку свода начинают с укладки в пятах его во всю толщину свода прокладного ряда из околотых плит или камней полуволнистой тески (фиг. 270). В зависимости от толщины свода прокладные ряды кладут или из целых камней или из составных. На прокладном ряду выводится кладка свода отдельными слоями толщиной 30 — 70 см, которые выравниваются по радиальной плоскости. Кладка ведется одновременно с обеих сторон

тоннеля, что обеспечивает кружала от выпирания (фиг. 271).

Если кладку ведут из рваного непостелистого камня, то для правильного распределения давления породы по толщине свода устраивают промежуточные прокладные ряды через каждые 1—1,5 м. При хорошем постелистом камне промежуточных прокладных рядов не делают.

Кладку с обеих сторон тоннеля доводят до такой высоты, чтобы до замыкания свода оставалось

три ряда камней, составляющих ключевую часть. Эти три ряда укладывают поперек кольца одновременно с соблюдением перевязки швов. Опалубка при этом делается частями на протяжении одного пролета между двумя смежными кружалами.

При замыкании свода может быть два случая:

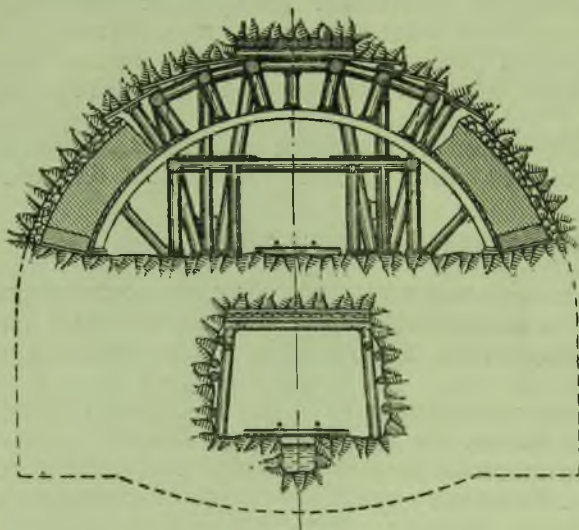
1) когда кладка в одном или в обоих соседних звеньях еще не закончена;

2) когда кладка в обоих соседних звеньях уже закончена.

В первом случае замок в строящемся кольце называют открытым, во втором — глухим.

При открытом замке кладку ключевой части начинают с конца, примыкающего к законченному кольцу, и ведут в сторону незаконченного звена. Заделку последних рядов производят со свободного торца.

При глухом замке кладку начинают одновременно с обоих концов звена и ведут к середине. Последние 0,6 — 0,8 м закладывают следующим образом: над местом укладки последнего камня выбирают породу выше наружной поверхности обделки с таким расчетом, чтобы в образовавшемся пустом пространстве поместился каменный



Фиг. 270

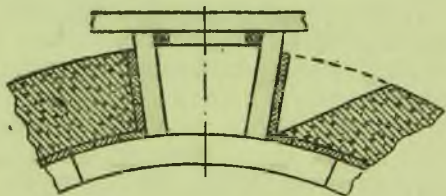
клин нужных размеров. Этот клин вводят заблаговременно в пустое пространство и подпирают снизу особой подпоркой. Кладку в этом месте выводят так, чтобы оставалось место, в точности соответствующее размерам клина. Когда это сделано, выбивают подпорку, и клин, опускаясь, замыкает свод.



Фиг. 271

Пустое пространство над клином заполняют цементным раствором, нагнетаемым через вставленную в свод трубку.

Бетон для тоннельной отделки применяют: для фундаментов и стен марки $R_{28} = 110 - 130$ кг на 1 см^2 ; для сводов $R_{28} = 140 - 170$ кг на 1 см^2 . Водо-цементный фактор назначается обычно малый, чем достигаются при хорошей укладке бетона большая его плотность и малая водопроницаемость. Уплотнение бетона необходимо производить вибраторами и только в тесных местах производить уплотнение ручным способом. Опалубка бетона ставится обычно только с внутренней стороны тоннеля, а с внешней стороны бетон укладывается вплотную к породе. При бетонировании части свода, примыкающей к замку, к «мальчикам» (коротышам) на протяжении одного пролета между кружалами пришивают боковую опалубку (фиг. 272) и укладку бетона ведут вдоль тоннеля. По окончании бетонирования этой части дают бетону твердеть в течение суток, а затем опалубку сни-



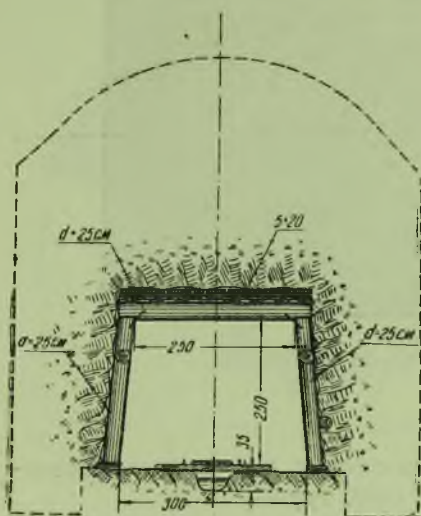
Фиг. 272

мают. После этого на протяжении такого же пролета на два соседних кружала укладывают нижнюю опалубку и ведут бетонирование замка вдоль тоннеля. При открытом замке кладку его заканчивают с соседнего звена; при глухом замке кладку ведут с обоих концов к середине и последний кусок его втрамбовывают снизу или закладывают штучным бетонным камнем.

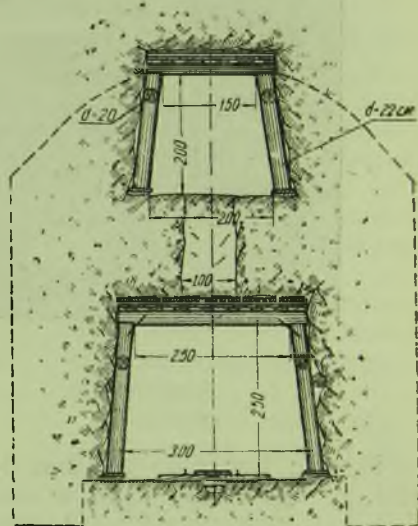
Далее рассмотрим, как производится обделка при разных способах разработки тоннеля.

3. Бельгийский способ разработки тоннелей и устройство обделки при этом способе

Последовательный ход разработки тоннеля по этому способу показан на фиг. 273а, 273б, 273в, 273г, 273д, 273е.



Фиг. 273а

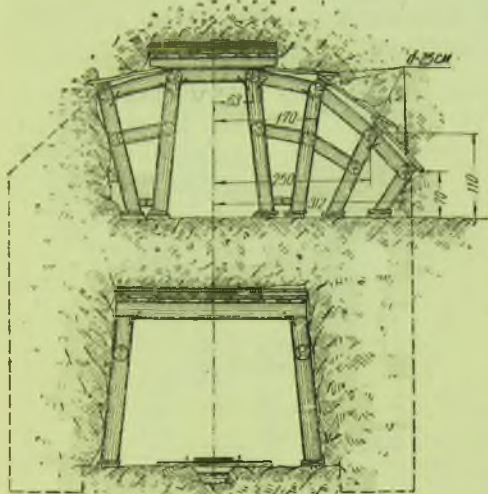


Фиг. 273б

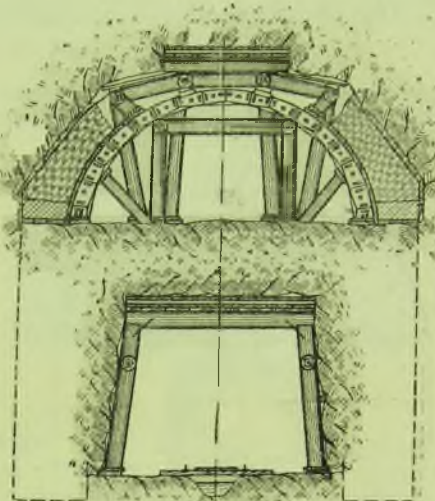
Первоначально пробивают нижний направляющий ход на уровне, совпадающем с проектной отметкой подошвы рельсов, а затем верхнюю направляющую штольню, которую расширяют в стороны и вниз в пределах очертания свода тоннеля. В окончательно расширенной и укрепленной части тоннеля устанавливают кружала для свода и делают самый свод, опирая его временно на грунт. Когда свод отвердеет, его раскружаливают и крепят. Затем вынимают грунт для одной стены, кладут эту стену и подпирают ею свод; разрабатывают грунт для второй стены, кладут вторую стену и подпирают ею свод.

При бетонной обделке для возведения стен с внутренней стороны тоннеля ставят опалубку из горизонтальных досок, которые ставят по мере бетонирования. Бетонный и каменный своды закладывают в пятах на прокладных рядах. Слабым местом обделки тоннеля является сопряжение стен с пятами свода. Поэтому до уборки под-

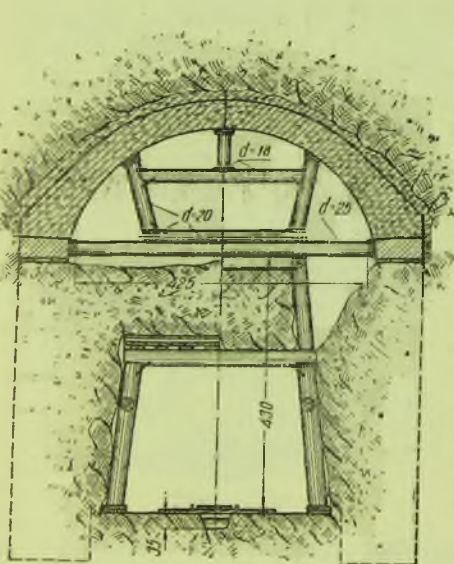
держивающих свод креплений это место необходимо улучшить нагнетанием цементного раствора под давлением 5 — 8 ат в толщу бетона или каменной кладки.



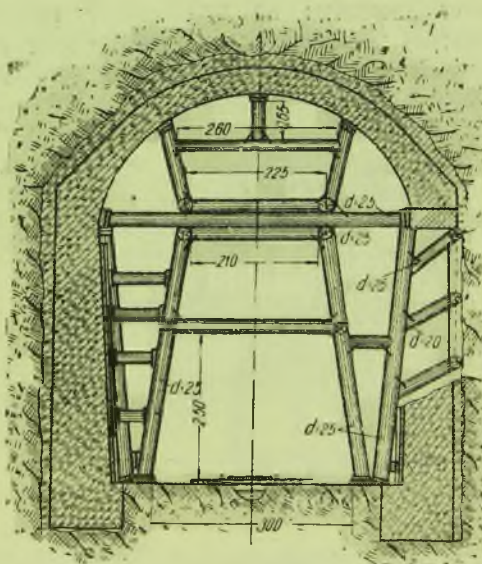
Фиг. 273в



Фиг. 273г



Фиг. 273д



Фиг. 273е

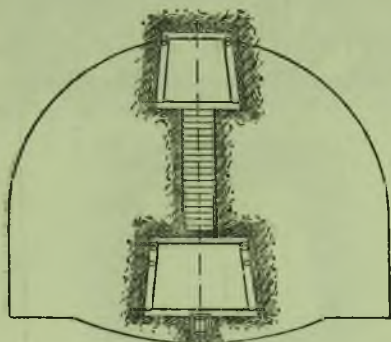
Для нагнетания цементного раствора в бетон или каменную кладку служат металлические трубки¹. Такие же трубки следует заложить в вершине свода. Этот способ разработки тоннелей при-

¹ Как производится работа по нагнетанию, см. ниже.

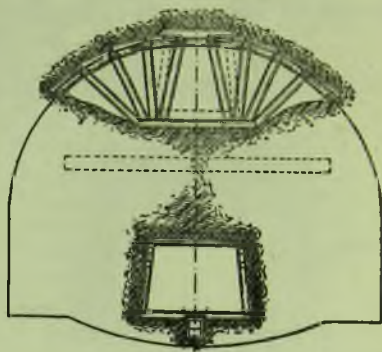
меняется в хороших скальных грунтах, так как грунт должен воспринимать давление свода до того, как будут подведены боковые стены.

4. Австрийский способ разработки тоннелей и устройство обделки при этом способе

Последовательный ход разработки тоннеля по этому способу показан на фиг. 274а, 274б, 274в, 274г, 274д, 274е. Он заключается

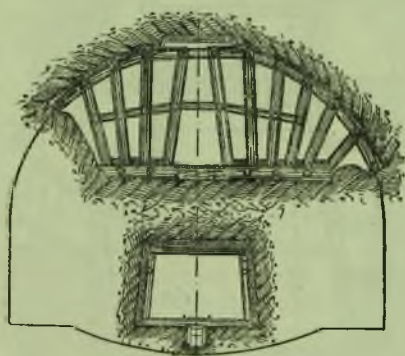


Фиг. 274а

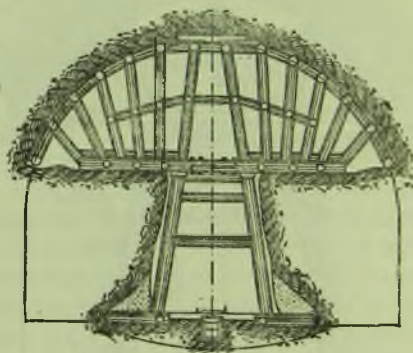


Фиг. 274б

в следующем: а) пробивают нижний ход; б) пробивают верхний ход; в) расширяют верхний ход постепенно в стороны и вниз в пределах очертаний свода; г) производят расширение нижней части профиля в пределах очертания стен. Таким образом, в конечной стадии



Фиг. 274в

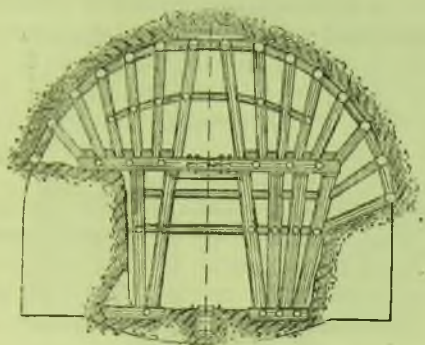


Фиг. 274г

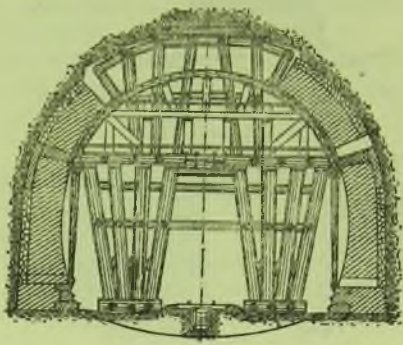
разработки весь тоннель получается выбранным на все его поперечное сечение и вся выработка поддерживается временными креплениями. Устройство обделки начинается с устройства фундаментов, на них выводятся стены, затем ставятся кружала для свода и выводится свод. Кладка стен ведется одновременно с двух сторон. Все деревянные крепления в пределах стен и свода удаляются по мере производства кладки или бетонирования. По отвердении кладки или

бетона обделки деревянные крепления разбираются. При бетонной обделке ставят опалубку стен из горизонтальных досок.

При этом способе разработки тоннеля кладка ведется нормальным образом: начинают с фундаментов, затем возводят стены и, наконец, свод. Такой способ кладки обеспечивает большую ее монолитность,

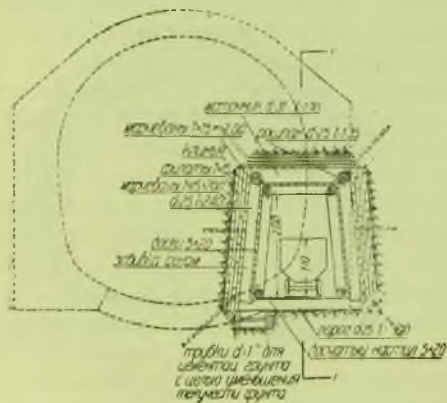


Фиг. 274д

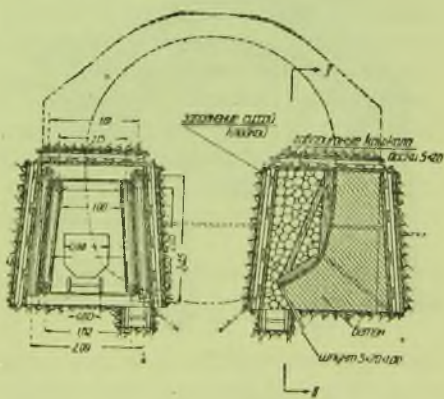


Фиг. 274е

чем при бельгийском способе разработки. Однако при слабых грунтах вследствие раскрытия сразу полного профиля выработки, которая поддерживается временными креплениями довольно продолжительное время, возможны осадки креплений. Эти осадки могут потребовать дорогих и сложных работ по дополнительной разработке породы, так как может случиться, что вследствие осадки креплений габарит обделки не впишется в произведенную выработку.



Фиг. 275а



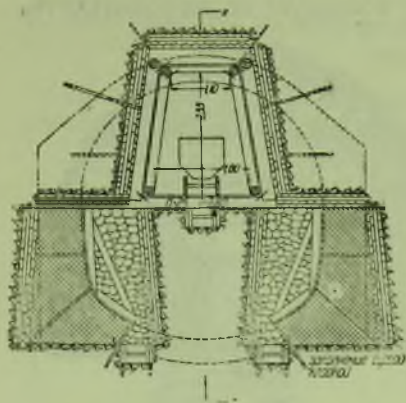
Фиг. 275б

5. Германский способ разработки тоннелей и устройство обделки при этом способе

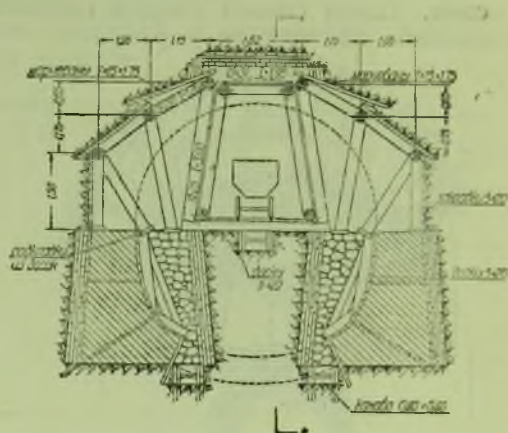
Как указано, этот способ применяется в слабых грунтах и при большой ширине тоннеля.

Последовательный порядок разработки тоннеля показан на фиг. 275а, 275б, 275в, 275г, 275д, 275е.

Этот способ разработки заключается в том, что при помощи ряда штолен (горизонтальных ходов), располагаемых одна над другой, в зависимости от высоты стен тоннеля делается постепенно и поэтажно сначала выработка породы под фундаментами и стены, а затем заполне-

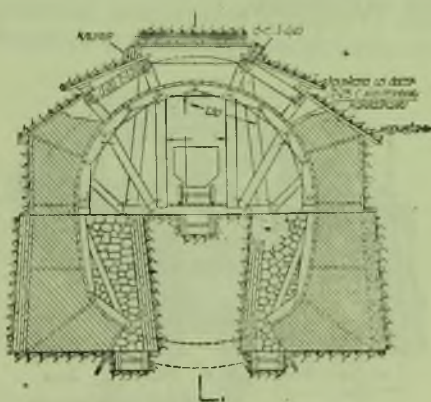


Фиг. 275в

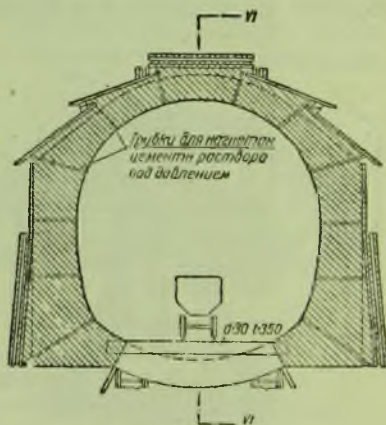


Фиг. 275г

ние этих штолен согласно профилю обделки. После возведения стен пробивают верхнюю штольню, расширяют ее, ставя постепенно крепления, и образуют пространство для свода тоннеля, который немедленно возводят. Когда бетон или каменная кладка окрепнут, свод



Фиг. 275д



Фиг. 275е

раскружаливают, и между готовыми стенами и под готовым сводом выбирают земляное ядро и заканчивают тоннель.

Таким образом, при этом способе разработки обделка тоннеля делается отдельными блоками, чем нарушается ее монолитность. Кроме того, при возведении стен в штольне кладка стен или их бетонирование сопряжены с затруднением производства кладки не сверху, а

сбоку, от себя, что особенно неудобно при бетонной обделке. Доступ в штольню, в которой делается кладка, обеспечивается из параллельной штольни, пробиваемой на другой стороне тоннеля.

При кладке стен в штольнях пространство между кладкой и креплением штольни с внутренней стороны тоннеля закладывается временной кладкой без раствора (насухо), которая впоследствии разбирается. Эта кладка укрепляет обделку штольни.

При бетонной обделке стен ставятся внутренняя и внешняя опалубки. Для ликвидации возможных пустот в грунте за наружной опалубкой в бетон заделываются трубки, через которые нагнетается цементный раствор под давлением.

При вскрытии перед дальнейшей кладкой возведенных в штольнях частей стен нужно обращать особое внимание на состояние верхней поверхности возведенного блока. При обнаружении слабых мест таковые нужно ликвидировать. После окончания кладки в нее необходимо произвести нагнетание цементного раствора для увеличения монолитности кладки.

6. Устройство обделки тоннелей при щитовом способе разработки

Обделка тоннелей при щитовом способе их разработки делается из чугуна или из железобетонных блоков. Чугунная обделка состоит из колец, разбитых в свою очередь на отдельные сегменты, называемые т ю б и н г а м и. Каждый тубинг представляет изогнутую чугунную коробку с дном и бортами по четырем краям (фиг. 45). Как отдельные сегменты в кольце, так и кольца тубингов соединяются между собой болтами, пропущенными сквозь борта. Для водонепроницаемости обделки в краях бортов тубингов сделано углубление; при соприкосновении двух тубингов образуется узкий желобок, который заполняется водонепроницаемой набивкой. На фиг. 44 представлен тоннель, обделанный чугунными тубингами. При чугунной обделке тоннелей каменные и бетонные работы в тоннеле не производятся. При обделке тоннеля железобетонными блоками они заготавливаются на бетонном заводе по диаметру щита. Блоки имеют особую форму, обеспечивающую взаимное их соединение как по кольцу, так и колец между собой.

Блоки покрываются битумной мастикой, которая служит для заполнения швов между блоками и придания водонепроницаемости тоннелю.

При обделке тоннелей как тубингами, так и блоками для лучшей устойчивости обделки производится нагнетание цементного раствора в грунт за обделку. Это нагнетание заполняет пустоты в прилегающем к обделке грунте и способствует более правильной работе обделки под напором грунта. Нагнетание повышает также водонепроницаемость обделки. Для нагнетания цемента в блоках и тубингах оставляются отверстия при их изготовлении.

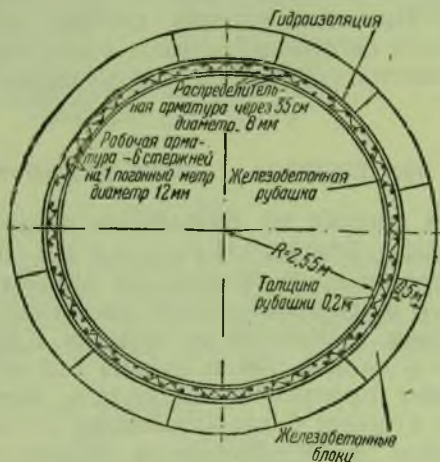
В грунтах водоносных, а также для придания тоннелю большей сопротивляемости сотрясениям при проходе поездов кроме блочной железобетонной обделки устраивают внутреннюю железобетонную

рубашку. Между рубашкой и блоками укладывается водонепроницаемый слой (изоляция), что повышает водонепроницаемость тоннеля. На фиг. 276 показано устройство рубашки в тоннеле.

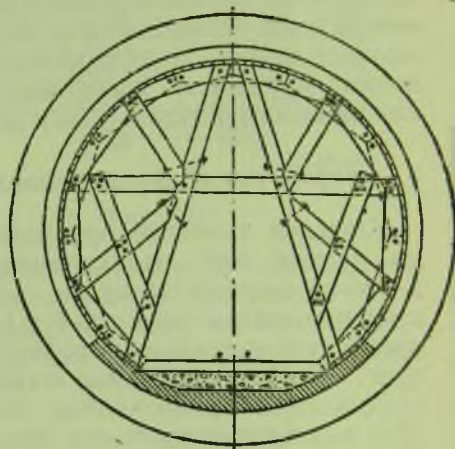
Опалубка рубашки при небольшой длине тоннелей делается деревянная, а при большой длине лучше производить бетонирование рубашки при помощи металлической подвижной опалубки.

При применении деревянной или металлической опалубки до установки ее необходимо:

- 1) произвести нагнетание цемента за обделку (2 — 3 раза);
- 2) сделать подготовку под изоляцию, дать ей отвердеть и просохнуть;
- 3) произвести наклейку гидроизоляции;



Фиг. 276



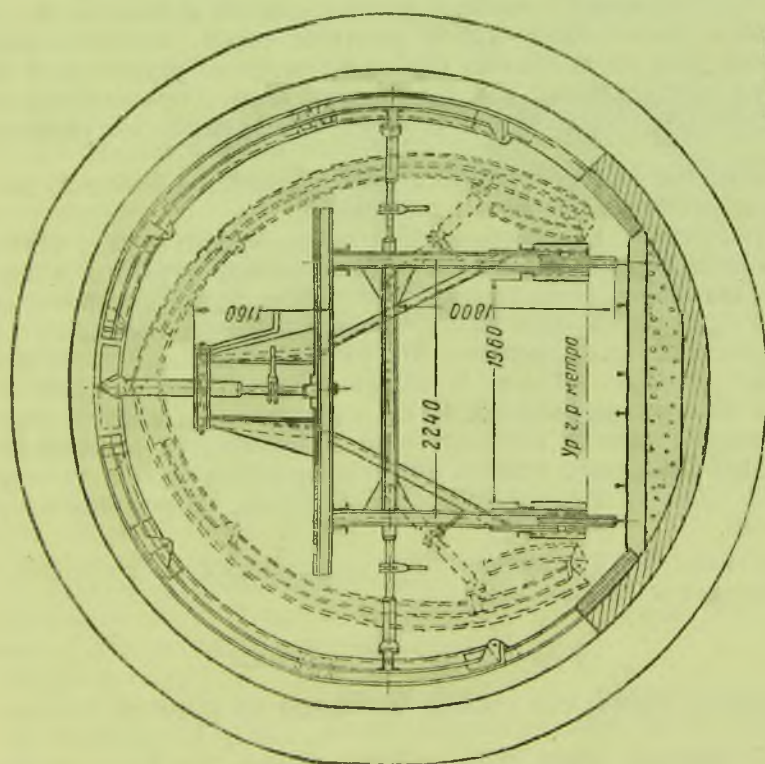
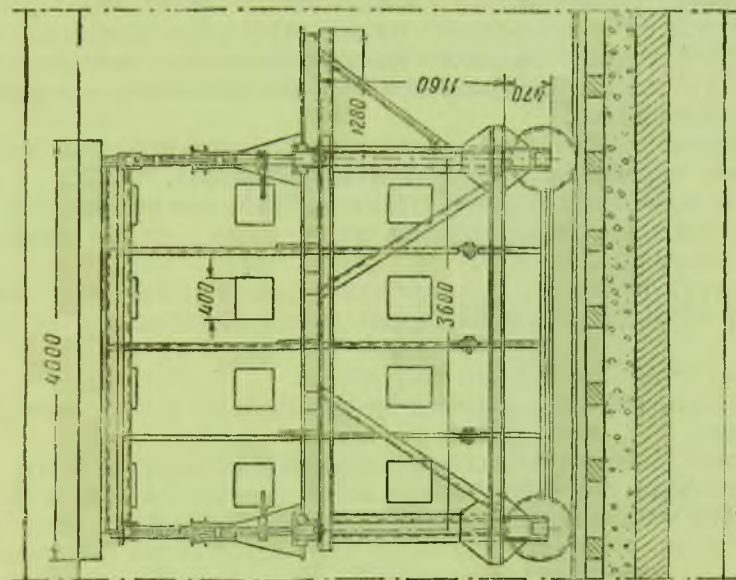
Фиг. 277

4) собрать арматуру и произвести бетонирование нижней части рубашки примерно до уровня подошвы рельсов железнодорожного пути.

На фиг. 277 представлена деревянная опалубка рубашки. Она, как и кружала для бетонирования труб, состоит из деревянных косяков, которые упираются в бетонную подготовку под железнодорожный путь. Косяки в стыках поддерживаются ребрами. По кружалам делается обшивка досками. Доски опалубки закладываются по мере бетонирования.

Бетонирование производится пластичным бетоном, в котором осадка конуса равна 7 — 8 см. Уплотнение бетона производится наружными вибраторами, укрепляемыми на косяках опалубки.

При бетонировании рубашки у вершины тоннеля может образоваться пустота в бетоне вследствие усадки его. Для заполнения возможной пустоты у вершины тоннеля в бетон следует заделать трубки и через них после отвердения бетона произвести нагнетание цементного раствора.



Фиг. 278

Деревянная опалубка имеет следующие недостатки:

- 1) она опасна в пожарном отношении;
- 2) требует затраты большого количества лесного материала;
- 3) для устройства ее требуется большое количество квалифицированных плотников;
- 4) поверхность бетонной рубашки получается неровной и требует дальнейшей обработки затиркой и штукатуркой.

Все эти недостатки можно устранить, применив подвижную металлическую опалубку, единственным недостатком которой является ее высокая стоимость.

На фиг. 278 показано устройство передвижной металлической опалубки, применявшейся на строительстве Московского метрополитена.

Комплект такой опалубки состоит из:

- 1) тележки, передвигающейся по специально уложенным рельсовым путям;
- 2) цилиндрических складных кожухов в количестве 5 шт.

С комплектом опалубки можно забетонировать 4 пог. м рубашки в сутки. На установку опалубки и укладку бетона одной секции длиной 4 м затрачивается 12 — 14 час., затем бетон выдерживается в кожухе, поддерживаемом тележкой, 12 — 10 час.; после этого тележка из-под кожуха удаляется и передвигается на другую секцию, а бетон при удаленной тележке выдерживается в кожухе 4 суток.

Тележка представляет собой жесткий остов, изготовленный из швеллеров. Для поддержания остова на тележке установлено 6 домкратов (2 вертикальных и 4 горизонтальных). Горизонтальные домкраты шарнирно подвешены к тележке и шарнирно же упираются в кожух.

На переднем выступе тележки устанавливается лебедка, которая поднимает бетон на рабочую площадку.

Кожух состоит из ребер, расставленных через 1 м и сделанных тоже из швеллеров. В нижних частях ребер, а также в вершине устроены шарниры, позволяющие складывать ребра при раскружливании. Ребра упираются внизу в шпалы узкоколейных путей при помощи переносных домкратов. Остов кожуха обшит листовым железом толщиной 3 — 4 мм. В обшивке для целей укладки бетона устроены окна размером 40 × 40 см, которые закрываются дверцами.

В вершине тоннеля бетонирование производится с торца (в продольном направлении), причем для поддержания бетона здесь постепенно укладываются доски на особые выступы, устроенные на рамах из уголков.

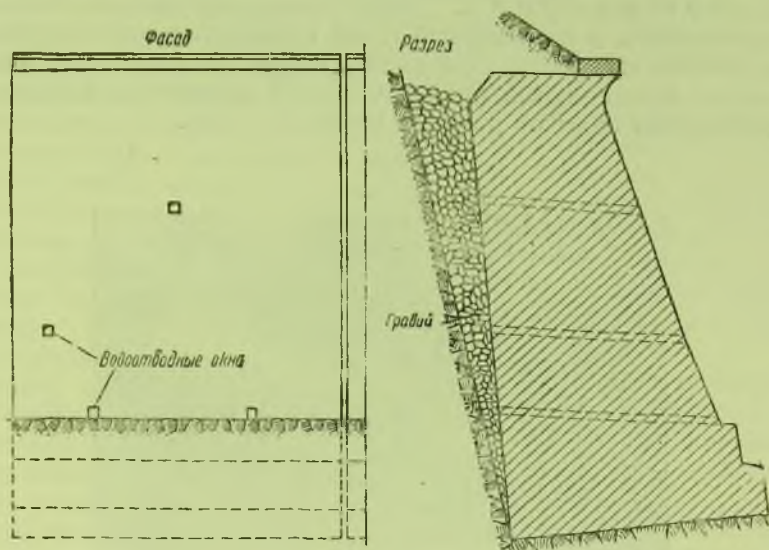
Уплотнение бетона производится наружными вибраторами, привинчиваемыми к ребрам кожуха.

§ 36. ПОДПОРНЫЕ СТЕНКИ

Массивные подпорные стенки делаются из бутовой кладки или бетона.

Стенка состоит (фиг. 279) из фундамента, заложенного ниже

уровня промерзания грунта, тела стенки выше обреза фундамента и карниза или кордона по верху стенки. Во избежание неравномерной осадки и появления трещин стенка устраивается отдельными звеньями длиной не менее 3 — 4 м и не более 10 — 15 м.



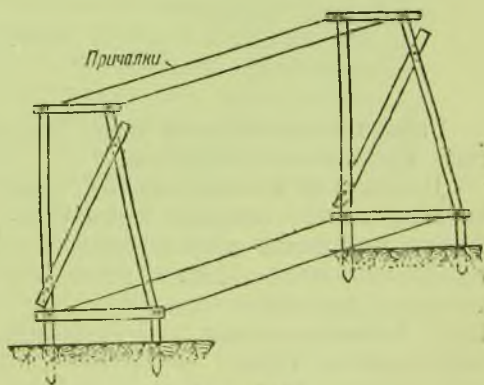
Фиг. 279

За стеной устраивается дренаж из каменного материала, а в толще стенки делаются водоотводные окна, выводящие воду наружу стенки.

Стенки из каменной кладки устраиваются из постелистого бутого камня. Стенки, расположенные в пределах городов, станций, облицовываются. В остальных случаях облицовка не делается; для лицевой поверхности стенок выбирается наиболее постелистый и крупный камень.

Кладка подпорных стенок ведется по шаблонам, которые устанавливаются по концам секций. Между ними натягиваются причалки (фиг. 280).

Подача материалов производится на вагонетках или тачках. Подмости устраиваются на козлах.



Фиг. 280

При устройстве стенки из бетона для бетонирования ее устанавливается опалубка, причем горизонтальные доски опалубки устанавливаются с одной стороны по мере бетонирования стенки.

Уплотнение бетона производится вибролопатами. Для уменьшения расхода цемента целесообразно втапливать в бетон бутовый камень.

При применении железобетона стенки строятся так называемого углового профиля. Такая стенка состоит из лицевой вертикальной плиты и соединенной с ней горизонтальной фундаментной плиты. Стенки этого типа применяются при высоте до 4 м. При большой высоте применяются стенки углового профиля с контрфорсами, расставленными один от другого через 2 — 3 м.



Фиг. 281

Работа по возведению таких подпорных стенок начинается с устройства фундаментной плиты.

До начала бетонирования нужно сделать подготовку из тощего бетона, затем собрать арматуру плиты, выпустить стержни из бетона для связи с арматурой передней вертикальной стенки и забетонировать плиту. После этого собирается* арматура верхней части стенки, делается опалубка и производится ее бетонирование. При бетонировании вертикальной лицевой стенки бетон можно забрасывать сбоку и ставить доски опалубки по мере бетонирования или сверху, опуская бетон вниз по хоботам. На верх стенки бетон поднимают каким-либо простым подъемником, например краном-укосиной. Уплотнение бетона угловых стенок производится ручными трамбовками, шуровками или наружными вибраторами. На фиг. 281 показана угловая стенка во время ее постройки.

1. Общие соображения

Нормальной температурой твердения цементного раствора в каменной кладке и бетона является температура $+15^{\circ}\text{C}$. При понижении температуры против нормальной твердение раствора замедляется и при температуре около 0° прекращается вовсе.

Однако колебания температуры, пока они не сопровождаются замерзанием воды, находящейся в растворе, не отражаются на качестве раствора: при пониженной температуре твердение раствора продолжается, хотя и медленно, и при достаточном сроке твердения получают прочные кладка и бетон. Если температура воздуха во время твердения свежесложенной кладки или бетона понизится ниже 0° и вода, содержащаяся в растворе, замерзнет, то при наступлении теплой погоды и оттаивании кладки или бетона твердение раствора возобновляется.

В результате может получиться прочное и монолитное сооружение; таким образом, замораживание кладки или бетона проходит для прочности сооружения бесследно. Однако при раннем замораживании кладки и бетона может произойти разрушение кладки сооружения или значительное понижение ее прочности.

Согласно техническим условиям Народного комиссариата по строительству замораживание бетона ответственных бетонных и железобетонных сооружений до достижения им 70% проектной прочности, как правило, не допускается. Каменную кладку искусственных сооружений нельзя замораживать ранее чем через 3 — 5 суток после ее окончания.

В жилищном строительстве допускают раннее замораживание кирпичной кладки, которая ведется зимой на открытом воздухе, однако прочность такой кладки после ее оттаивания и весеннего твердения получается на 30% меньше, чем прочность кладки в летнее время.

Для искусственных сооружений такое понижение прочности недопустимо, а потому производство кладки методом замораживания не применяется. Таким образом, при производстве работ в зимнее время каменному или бетонному сооружению в течение некоторого времени необходимо создать искусственно такие условия, чтобы твердение раствора протекало нормально. Нормальные условия твердения раствора нужно обеспечить уже с того времени, когда температура воздуха временами понижается до 0° , но среднесуточная температура еще остается выше 0° . В этот период необходимо подогревать воду, идущую для приготовления раствора и бетона, и укрывать теплыми покрывками открытые части возводимой конструкции. При дальнейшем понижении температуры мероприятия по обеспечению нормальных условий твердения зависят от характера конструкции и степени понижения наружной температуры.

При возведении сооружения из каменной кладки необходимо устроить тепляк такой конструкции, чтобы в нем можно было поддерживать температуру не ниже $+5^{\circ}\text{C}$ на уровне 0,5 м от отметки подошвы фундамента.

Для кладки необходимо применять оттаявший камень, который загружается в тепляк не менее чем за сутки до пуска его в дело. Песок для раствора подогревается; равным образом подогревается и вода, причем приготовленный раствор должен иметь температуру не ниже $+10^{\circ}\text{C}$.

При возведении бетонных сооружений в качестве тепляка используется при небольших морозах опалубка. При бетонировании массивных конструкций (фундаментов, опор мостов, подпорных стенок и т. п.) при низких температурах наружного воздуха нужно подогревать воду, песок и гравий (цемент не подогревается), идущие для приготовления бетона, и укрывать теплыми покрывками открытые части конструкций после укладки бетона, причем: а) при понижении температуры наружного воздуха до -5°C , но при среднесуточной температуре 0° опалубка сооружения не утепляется; б) при понижении температуры временами до -10°C , но при среднесуточной температуре -5°C необходимо устроить утепленную опалубку; над местом укладки бетона необходимо установить палатку или сделать неотапливаемый тепляк; в) при дальнейшем понижении температуры необходимо основательно утеплить опалубку и над местом укладки устроить отапливаемый тепляк.

Для тонких и железобетонных конструкций воду, песок и гравий, идущие для приготовления бетона, нужно подогревать, а все сооружение заключать в отапливаемый тепляк и поддерживать в нем температуру не ниже $+5^{\circ}\text{C}$. Также необходим тепляк для массивных сооружений при бетонировании их и устройстве облицовки.

Температура подогрева воды, песка и гравия определяется работниками бетонной лаборатории в зависимости от сорта, марки и количества цемента в кубическом метре бетона, конструкции опалубки, температуры наружного воздуха и прочих обстоятельств. Однако эта температура не должна превышать следующих пределов во избежание порчи материалов и бетона: воды $+80^{\circ}\text{C}$, песка $+60^{\circ}\text{C}$, гравия (щебня) $+40^{\circ}\text{C}$. Некоторое тепло развивает твердеющий бетон (цементный раствор), и, таким образом, в массивных сооружениях, где масса бетона большая и, следовательно, количество тепла значительно, утепление делается более слабым, чем в тонких бетонных и железобетонных сооружениях, где этого добавочного тепла мало.

2. Утепление опалубки бетонных сооружений

При небольших морозах опалубка утепляется съемными щитами, которые прибавляются снаружи к опалубке бетонного сооружения. Щиты можно много раз применять на бетонировании различных сооружений; этим снижается стоимость утепления. Щиты делаются переносными размером $0,7 \times 2\text{ м}$ или $0,9 \times 2,5\text{ м}$, весом не более 30 — 40 кг.

На фиг. 282 представлен такой щит. Для утепления применяют легкие материалы: соломенные маты, шевелин¹, войлок. Эти ма-

¹ Шевелин изготавливают из льняной пакли, расположенной между двумя листами бумаги, пропитанной каменноугольной смолой.

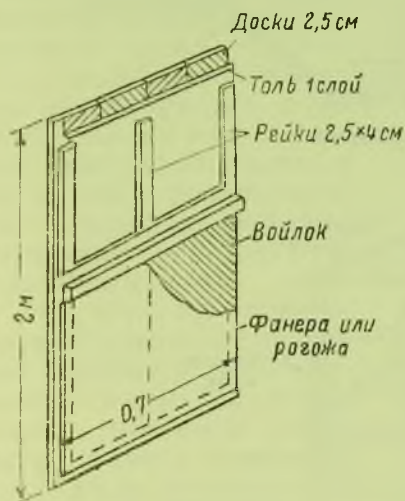
териалы (за исключением шевелина) необходимо предохранять от влажных испарений, идущих от бетона, прокладкой толя. Если этого не сделать, то утепляющие материалы отсыреют и замерзнут и тогда они становятся непригодными в качестве утепляющих материалов. Конструкция утепляющих щитов следующая:

1) дощатый щит из досок 19 — 25 мм, на нем набиты два слоя шевелина;

2) дощатый щит из досок 19 — 25 мм, на нем набит слой толя, сверху соломенный мат, обитый рогожей;

3) дощатый щит из досок 19 — 25 мм, на нем набит слой толя, сверху один или два слоя войлока, прикрытые фанерой или рогожей.

При более сильных морозах утепленная опалубка делается в виде короба с засыпкой пространства между основной опалубкой и допол-



Фиг. 282



Фиг. 283

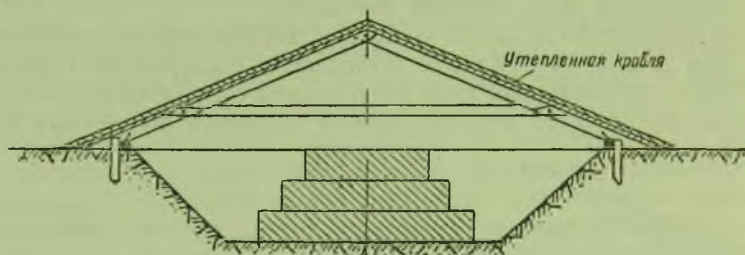
нительной обшивкой слоем опилок толщиной 10 — 15 см или слоем шлака такой же толщины. Засыпка предохраняется от влажных испарений бетона слоем толя. На фиг. 283 показана деталь такой опалубки.

3. Тепляки

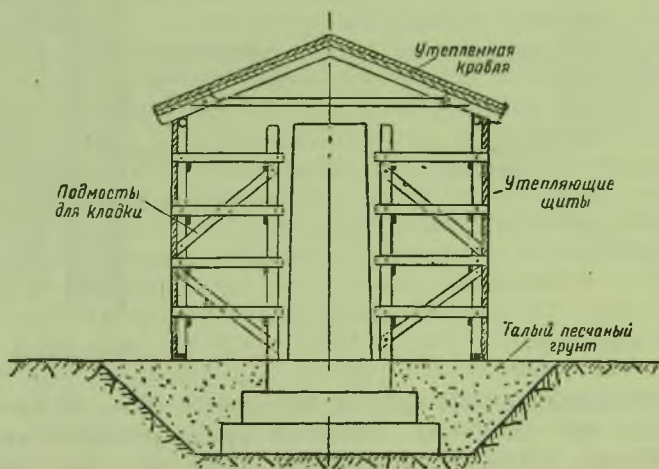
Тепляки делают двух типов: а) сборно-разборные и б) стационарные. Сборно-разборные тепляки делаются из утепленных щитов, конструкция которых была описана выше. Над сооружением делается деревянный каркас, к которому пришиваются щиты. Таким образом, сборно-разборные тепляки допускают многократное их применение.

Стационарные тепляки устраиваются в виде временных деревянных построек—теплых с двойной обшивкой или полутеплых с одинарной обшивкой. Для устройства этого рода тепляков применяются местные дешевые материалы и низкосортный лесной материал.

При постройке каменных сооружений выгоднее устраивать два тепляка: один для устройства фундамента сооружения и второй для кладки сооружения выше фундамента. На фиг. 284 показаны моменты работ при постройке каменной мостовой опоры. Тепляк для фундамента опоры состоит из теплой кровли и поддерживающих ее стропил, перекрывающих большой пролет котлована (особенно при устройстве котлована с откосами). Фундамент выводится в таком тепляке, выдерживается в нем не менее 3 — 5 суток; затем



а) Тепляк при возведении фундамента



б) Тепляк при возведении тела опоры

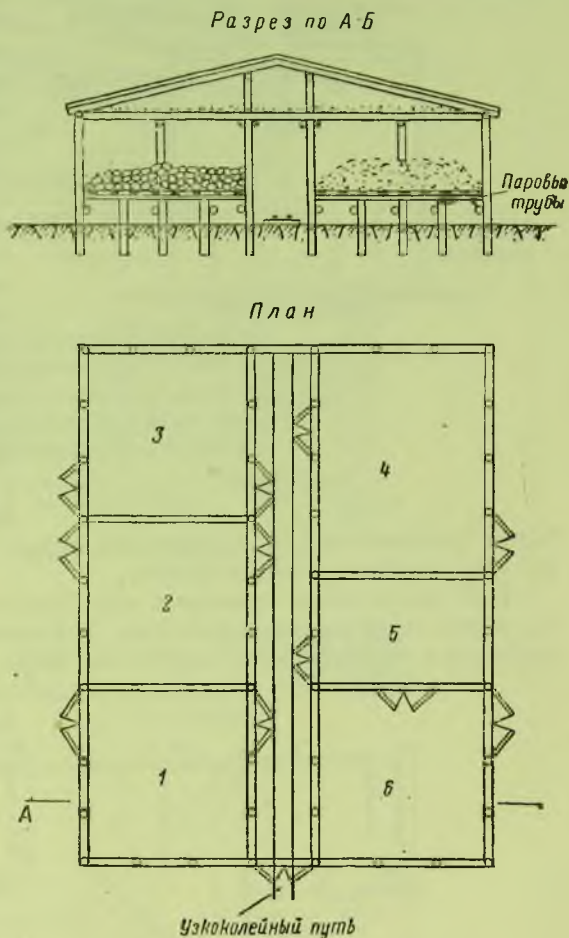
Фиг. 284

производится засыпка между фундаментом и стенками котлована талой землей, после чего тепляк разбирается. Для дальнейшей кладки строят подмости, которые утепляют с боков щитами, а сверху перекрывают теплой кровлей. Подогрев материалов производят обычно в небольшом тепляке, примыкающем к основному тепляку, возведенному над сооружением (фиг. 285). У места подвоза материалов устраивается подъемник. К подъемнику материалы подвозятся обычно на узкоколейных вагонетках. В тепляке для подогрева материалов отводятся отдельные помещения (камеры) для подогрева: камня (камеры 1, 2, 3, фиг. 285), песка (камера 6) и облицовки (камера 4); камера 5 служит для перемешивания раствора. Для

камня устраиваются обычно три камеры объемом, равным суточной потребности в камне. Из одной камеры камень расходуется, во второй камень подогревается, третья загружается камнем. Подогрев камня и облицовки лучше всего производить паром, который подводится под пол камер. Пол в камерах делается решетчатым; пар проходит через решетку сквозь слой камня и нагревает его. Песок нагревается на решетках труб, по которым циркулирует пар.

Стационарные тепляки, устраиваемые при бетонировании в зимнее время железобетонных пролетных строений мостов, должны иметь малый вес и быть просты по конструкции, с тем чтобы тепляк можно было устраивать на подмостях и кружалах, поддерживающих пролетные строения, не перегружая их дополнительной нагрузкой.

На фиг. 286 показан простой дощатый тепляк для балочного железобетонного моста. Высота над плитой проезжей части моста принята минимальная (1,85 м) для возможности прохода людей и подвозки бетона. Тепляк включает в себе все пролетное строение, включая и ребра. В нижней части тепляка расположено необходимое количество труб



Фиг. 285

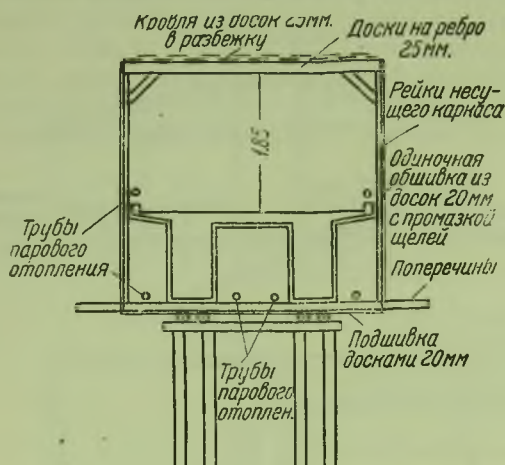
парового отопления, что обеспечивает хорошее обогрвание бетона

4. Обогрев материалов и тепляков

Нагревание воды и материалов для каменной кладки и бетона, как правило, должно производиться паром. Только для небольших объемов работ допускается подогрев материалов на огневых приборах. Для обогрвания тепляков также, как правило, применяется пар. Для нагревания материалов и тепляков на строительной площадке

устанавливается центральная котельная, которая обслуживает паром все точки сооружения.

Бетонный завод на зимнее время утепляется двойной обшивкой с засыпкой пространства между обшивками шлаком или опилками.

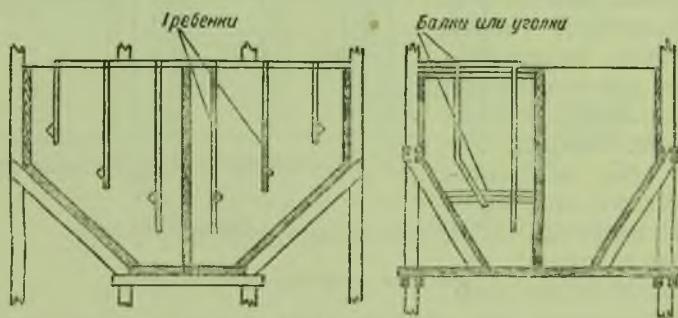


Фиг. 286

При длительных работах бетонный завод уже при его сооружении утепляется. Обогрев песка и гравия на бетонных заводах, где над бетономешалками имеются бункеры, производится в этих бункерах. Для этого к бункерам подвешиваются дырчатые вертикальные гребенки из металлических труб, питаемые паром. Из труб пар выходит в гравий и песок и подогревает эти материалы. На фиг. 287 показана схема такой гребенки. При прохождении этих материалов пар превращается в воду; таким образом, в гравий и песок поступает неко-

торое дополнительное количество воды, которое должно быть учтено при подборе состава бетона.

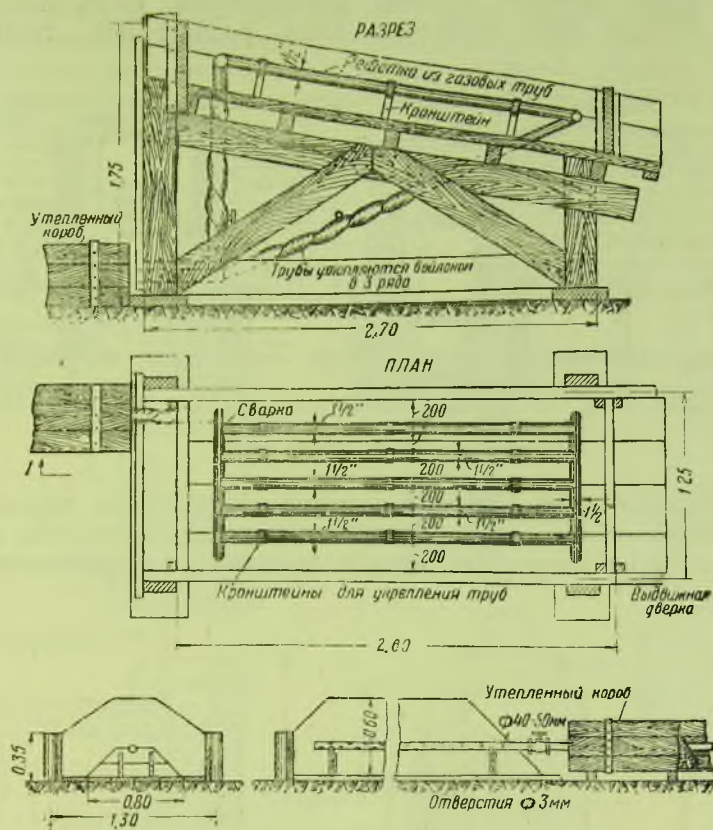
При отсутствии бункеров над бетономешалками подогрев песка и гравия производится в особых помещениях бетонного завода. Для подогрева применяются дырчатые решетки из металлических труб



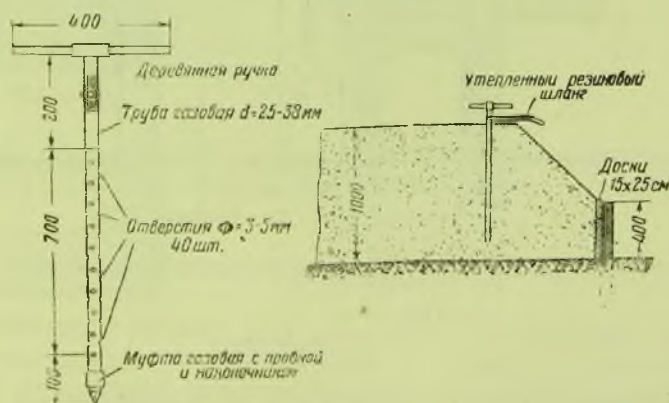
Фиг. 287

на которые подогреваемые материалы забрасываются вручную. На фиг. 288 показаны решетки и иглы.

Для подогрева воды пар пропускается через бак с водой. Бак устанавливается так, чтобы дно его было не менее чем на 1 — 1,5 м выше бачка бетономешалки. Дно и стенки бака утепляются, а сверху он закрывается плотной крышкой.

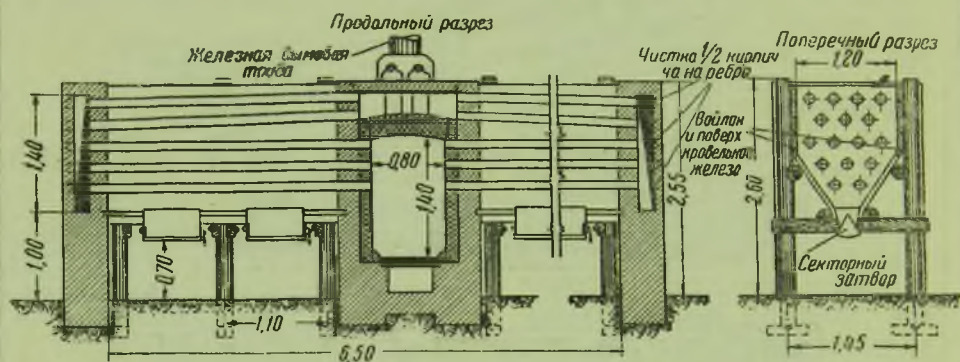


Решетка из труб для подогрева заполнителя



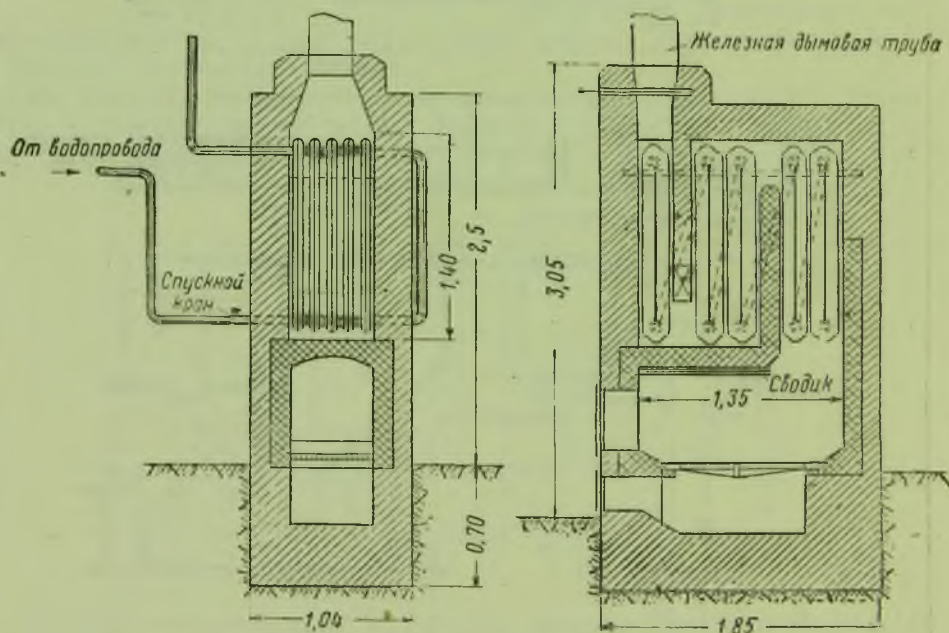
Фиг. 288

Для подогрева песка и гравия при значительных работах применяются огневые приборы в виде жаротрубной печи, показанной на фиг. 289, а для воды — в виде радиаторной печи, по-



Фиг. 289

казанной на фиг. 290. Тепляки должны обогреваться паром. В качестве нагревательных приборов применяют гладкие трубы, которые укладываются по наружным стенам тепляка и соединяются с кот-

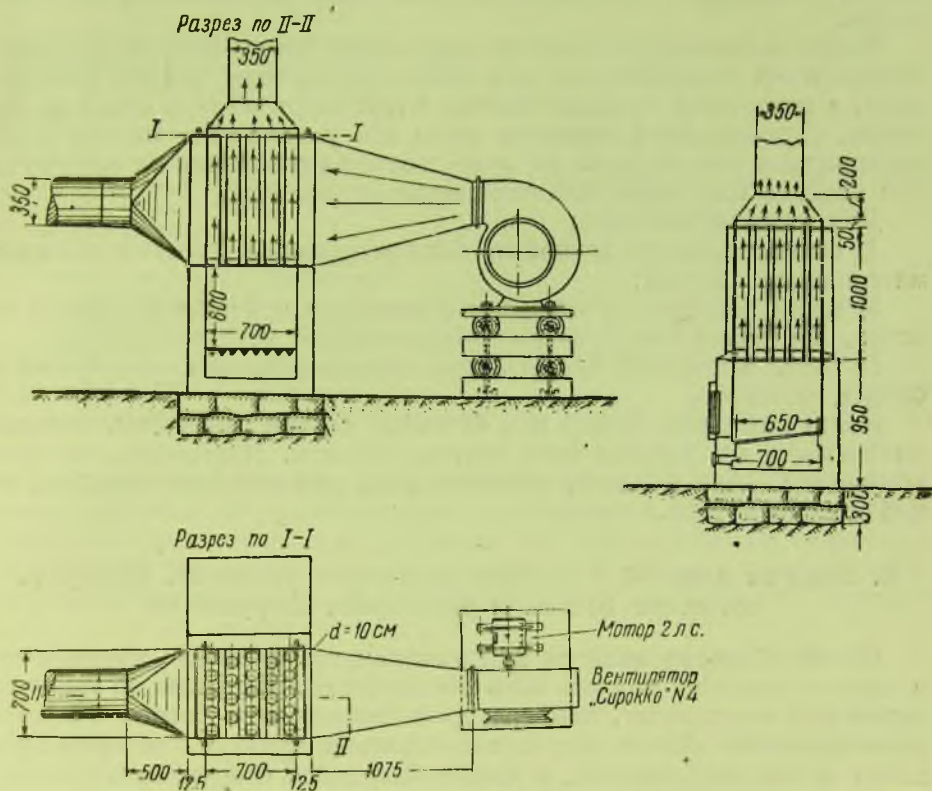


Фиг. 290

лом. Количество труб определяется теплотехническим расчетом.

Обогрев тепляков может производиться теплым воздухом, нагреваемым в так называемом калорифере. Схема калорифера пока-

зана на фиг. 291. Дымовые газы, прежде чем уйти в дымовую трубу, проходят через ряд вертикальных трубок. Сбоку калорифера устанавливается вентилятор, приводимый в действие электричеством. Вентилятор нагнетает в воздухопровод воздух. Воздух, омывая раскаленные вертикальные трубки, нагревается и выходит из воздухопровода внутрь тепляка.



Фиг. 291

Калорифер легко может быть устроен средствами строительства. Топливом могут служить отходы плотничных работ.

5. Производство каменной кладки и бетонирования

До начала работ тепляк или опалубка при бетонных работах тщательно очищаются от снега, льда и мусора и прогреваются паром. При сооружении фундамента укладка первого слоя камня или бетона на замороженное основание категорически запрещается. Чтобы не проморозить подошву котлована, необходимо применять следующие меры:

1) по выкопке котлована до проектной отметки дно его нужно немедленно утеплять слоем соломы, соломенными матами и т. п.;

2) выемку котлована производить не до проектной отметки, а оставлять недобранный слой грунта толщиной 30 — 50 см, который выбирается уже в тепляке.

Если бетон или каменная кладка укладывается на ранее возведенную кладку, то последняя должна быть основательно прогрета паром.

Работа в зимних условиях организуется в три смены и должна идти быстро и без перерыва, для того чтобы возведенная кладка не остывала, а материалы не залеживались в транспортной таре или подъемниках. Должны быть приняты меры для уменьшения потери тепла материалами или бетоном во время транспортирования их на открытом воздухе или через неотапливаемые помещения.

Для этого необходимо:

1) по возможности применять бесперегрузочные способы доставки материалов и бетона;

2) места погрузки и выгрузки материалов и бетона защищать от ветра, а раздаточные бункеры бетономешалок утеплять;

3) тару, в которой производится транспортировка материалов и бетона, утеплять.

Когда каменная кладка или бетонные работы закончены, верхние поверхности их должны быть хорошо укрыты. Материалы, которые впитывают влагу (опилки, войлок и др.), должны быть отделены от кладки слоем толя.

6. Уход за кладкой и бетоном в зимних условиях. Контроль качества бетона и распалубка сооружений

Кроме обычного надзора за качеством применяемых материалов, в зимних условиях должен быть обеспечен еще контроль за температурой его в тепляках, температурой твердеющего бетона и проверена прочность бетона путем изготовления кубиков, которые хранятся в тех же условиях, в каких находится сооружение.

Температура бетона измеряется при его укладке и во время твердения, для чего в сооружении устраиваются скважины глубиной до 10 см, куда закладываются термометры. Пробные кубики делаются на каждые 200 м³ бетона или менее, если конструкция имеет меньший объем. Кубиков делается 9 шт. Из них 3 хранятся в нормальных условиях твердения (при +15° Ц) и испытываются через 28 дней, а 6 хранятся в тех же условиях, что и сооружение, причем 3 кубика испытываются в тот день, когда температура бетона в конструкции упадет до —1° Ц, а последние 3 испытываются при распалубке или загрузке конструкции.

После установления прочности бетона в конструкциях решается вопрос о допустимости распалубки и их частичной или полной загрузки.

Возможные сроки распалубки и загрузки сооружений приведены в табл. 11.

Таблица 11

Степень готовности конструкции и применяемые цементы	Необходимая часть от рас- четной проч- ности	Сроки накопления бетоном проч- ности за период твердения (в днях) при среднесуточных температурах бетона						
		1°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
Снятие боковой и несущей опалубки, подмостей и пр.	70%	—	—	—	—	—	—	—
На портланд-цементе марки 300 — 400	—	35	24	16	12	10	9	8
То же марки 500 — 600	—	30	20	12	9	7,5	7	6
На пуццолановом портланд- цементе марки 250 — 300	—	60	36	22	16	14	11	9
Полная загрузка сооружения в соответствии с проектом или распалубка сооруже- ний больших пролетов (арки и пр.)	100%	—	—	—	—	—	—	—
На портланд-цементе марки 300 — 400	—	50	40	35	30	27	24	20
То же марки 500 — 600	—	45	40	35	30	24	20	16
На пуццолановом портланд- цементе марки 250 — 300	—	90	60	40	30	28	26	22

Уход за бетоном и каменной кладкой, уложенными в зимних условиях, заключается в поддержании необходимой температуры в тепляках во время твердения раствора и в наблюдении за исправным состоянием теплоизоляции. Кроме того, нельзя допускать высушивания бетона и кладки; если наблюдается высушивание бетона и кладки, то их нужно поливать водой.

Поливка производится теплой водой, температура которой на 10 — 15° Ц выше температуры тепляка.

Поверхность конструкций после поливки тщательно утепляется. Кладке и бетону, не окрепшим в зимнее время до полной проектной прочности, весной с наступлением теплой погоды должны быть созданы благоприятные условия твердения в течение 7—14 дней: сооружение должно поливаться водой и после поливки укрываться каким-либо теплым покрытием.

§ 38. ВОЗВЕДЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Вдоль берега Ледовитого океана в Европейской части СССР и Сибири расположен район, почва которого в летнее время оттаивает только на некоторую глубину от поверхности, а ниже лежит грунт, который никогда не оттаивает. Такая территория называется районом вечной мерзлоты. Южнее этого района в восточной части Забайкалья и Приамурском крае вечная мерзлота наблюдается отдельными массивами и островами.

Слой грунта, лежащий над вечной мерзлотой, ежегодно тающий и замерзающий, называется слоем летнего оттаивания или деятельным

слоем. Толщина этого слоя различна и зависит от географического положения и состава грунта. Для разных грунтов мощность деятельного слоя колеблется примерно в таких границах:

Для песчаных грунтов	от 2 до 4 м
» глинистых грунтов	» 1,5 » 3 »
» торфяно-болотных	» 0,2 » 0,5 »

В мостовых сооружениях, построенных в районах вечной мерзлоты, иногда наблюдаются повреждения в виде трещин. Эти повреждения происходят вследствие пучения (увеличения объема) грунта в пределах деятельного слоя.

При постройке мостов и труб в условиях вечной мерзлоты нужно соблюдать следующие условия:

1. Фундаменты искусственных сооружений заглублять в вечную мерзлоту не менее чем на 1,5 м ниже верхней границы вечной мерзлоты. Трубы следует строить только на общих фундаментах, а не на отдельных.

2. Под фундаментом устраивать сплошную деревянную подушку из двух рядов просмоленных брусьев сечением 20 × 20 см, уложенных накрест. Эта подушка должна выступать за пределы очертания фундамента не менее чем на 0,25 м во все стороны.

3. Фундамент делать из бетона. При бетонировании необходимо принимать меры к укреплению рабочих швов. В пределах деятельного слоя фундамент необходимо армировать стальной сеткой, расположенной у наружной поверхности. После распалубки фундамента наружные его поверхности штукатурятся и железнятся (затираются металлической теркой).

Вечная мерзлота является хорошим основанием для сооружений, если она предохранена от оттаивания. Для этого служит деревянная подушка, которая предохраняет вечную мерзлоту от оттаивания во время производства работ и твердения бетона, выделяющего в это время тепло. С другой стороны, эта подушка предохраняет кладку от промерзания во время твердения.

При пучении в пределах деятельного слоя грунт, примерзая к опоре, стремится ее приподнять. Этому препятствует заделка нижней части фундамента в вечную мерзлоту. Фундамент необходимо делать бетонным, так как бетон лучше бутовой кладки работает на растяжение. Кроме того, его усиливают металлической сеткой. Необходимо принять меры к повышению сопротивления рабочих швов растяжению, т. е. ставить по рабочему шву короткую арматуру, а лучше возводить фундамент без перерывов в работе.

Лучшим временем для производства работ по постройке опор следует считать конец осени и начало зимы. Производство работ в это время упрощается и удешевляется тем, что в деятельном слое грунтовой воды меньше, чем летом, и слой этот еще не успел заморознуть. Наступившие же морозы позволяют в возможно меньшей степени нарушать режим вечной мерзлоты.

В пределах деятельного слоя котлован углубляют обычными способами, по достижении же вечной мерзлоты углубление котлована ведется пожогами, так как этот способ углубления котлована в вечной мерзлоте является наилучшим. Но пожоги следует производить осторожно, не протаивая излишней площади. Котлован в зависимости от рода грунта следует делать шире фундамента на 1,5 — 2 м. Отрываемые в вечной мерзлоте стенки котлована следует покрывать соломой, мхом и другими материалами и обшивать снаружи досками. Это предохранит слой вечной мерзлоты от дальнейшего оттаивания. Наименьшая глубина заложения фундамента в зоне вечной мерзлоты 1,5 м. Когда котлован выкопан, над ним сооружают тепляк. Отопление тепляка следует устраивать так, чтобы отопительные приборы были размещены выше котлована во избежание оттаивания стенок котлована. Открытую поверхность котлована выравнивают песком, затем укладывают нижний деревянный настил-подушку, после чего приступают к бетонированию фундамента с приготовлением бетона из подогретых материалов.

Когда фундамент закончен, то в зависимости от того, будет ли возводиться тело быка сверх фундамента в тепляке или эта постройка будет отложена до теплого времени, кладка тела опоры продолжается или прерывается, и фундаменту дают возможность выстояться в тепляке положенное время. Когда бетон приобретет 70% проектной прочности, делают распалубку бетона и засыпку котлована, производя предварительно штукатурку и затирку наружных поверхностей фундамента в пределах деятельного слоя.

Дальнейшие работы производятся обычным порядком согласно проекту опор.

§ 39. ПРИМЕНЕНИЕ СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Скоростные методы с успехом применяются в жилищном, промышленном, коммунальном и железнодорожном строительстве. На XVIII съезде ВКП(б) председатель Совнаркома СССР товарищ Молотов так охарактеризовал скоростное строительство и его перспективы: «Теперь перед нами стоит задача решительного внедрения в практику скоростных методов строительства. В этом отношении у нас есть уже весьма поучительные примеры, когда осуществлялась параллельность ведения ряда строительных работ и полного монтажа оборудования, когда работа шла по заранее продуманному четкому графику. Это возможно, когда механизация в строительстве применяется по заранее составленному плану, когда технологический процесс строительства заблаговременно продуман до конца, когда заранее заготовлены на соответствующих заводах стройматериалы, детали и конструкции, когда работа коллектива строителей организована не кое-как и не как-нибудь, а слаженно, как в хорошем механизме. При скоростных методах мы ускорим и удешевим строительство, а рабочие и инженерно-технические работники будут зараба-

тивать значительно больше. Скоро только такая работа будет считаться настоящей большевистской работой на стройках».

Для того чтобы обеспечить проведение работ на том или другом искусственном сооружении скоростными методами, необходимы следующие предпосылки:

1) максимальная индустриализация строительных процессов с перенесением большинства их на специальные централизованные механизированные строительные дворы или особые заводы готовых строительных деталей и последующая сборка (монтаж) этих деталей, блоков на месте;

2) механизация подсобных работ;

3) правильная, заранее продуманная организация рабочих мест;

4) проведение всех работ по твердому рабочему графику.

На основе сборных конструкций легче всего организовать скоростное строительство, так как применением их уже выполняется первое из приведенных основных условий скоростного строительства.

Сборные конструкции нашли широкое применение в жилищном и промышленном строительстве в виде так называемого крупноблочного строительства. Оно заключается в том, что стены здания выкладываются в один камень толщиной 40 — 45 см; по высоте этаж здания составляет всего из 3 — 4 рядов. Такие массивные блоки весят каждый от 1 до 1,5 т. Они заготавливаются на специальном заводе, привозятся на постройку в готовом виде и укладываются мощным краном в стены здания. При этом кладка стен больших 4- и 5-этажных домов заканчивается в 10 дней.

Приемы крупноблочного строительства начали применяться и при строительстве искусственных сооружений железных дорог.

В наиболее крупном масштабе опытное строительство было проведено на постройке железнодорожной линии Акмолинск — Карталы, где на 4 строительных участках было выполнено из крупных блоков много малых мостов и труб.

Здесь обычные конструкции мостовых опор и труб расчленялись на крупные блоки весом не более 1,5 т, так как для последующей сборки сооружений в одно целое был применен экскаватор, превращенный в кран грузоподъемностью до 1,5 т.

Блоки изготовлялись централизованно, развозились по временным железнодорожным путям, разгружались на местах постройки искусственных сооружений, а из них уже собирались целые сооружения.

Пример членения железобетонной круглой трубы диаметром 1 м показан на фиг. 292.

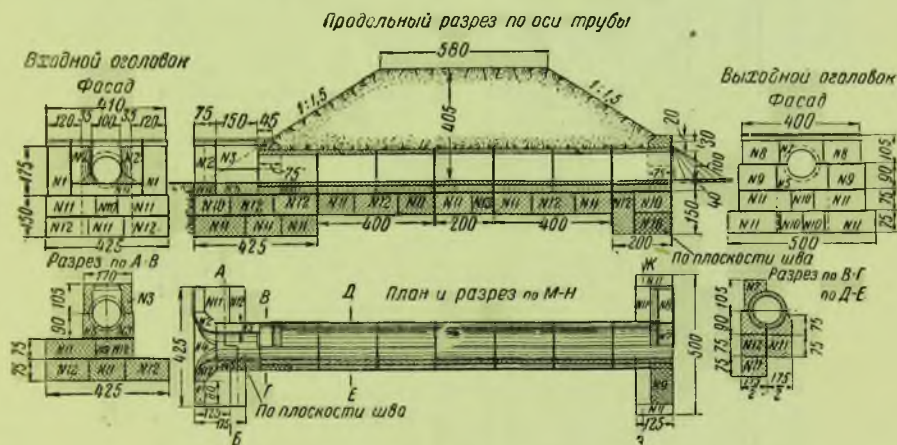
Она расчленена на 54 крупных блока четырнадцати различных номеров.

На фиг. 293 приведено членение промежуточной опоры моста отверстием 8 м. Она разрезана на 57 блоков девяти различных номеров.

При кладке искусственных сооружений из крупных блоков для равномерной передачи давления в нескольких плоскостях по высоте сооружения укладываются прокладные ряды в виде бетонного слоя

толщиной 10 см по металлической сетке. Прокладные ряды устраиваются в подошве фундамента и по его обрезу, а в высоких опорах и выше обреза. Разрезка на блоки обеспечивала монтаж опор искусственных сооружений в очень короткие сроки, например опоры двухпролетного моста (2 × 3 м) собирались за 25 час.

Малые железобетонные пролетные строения, как плитные, так и ребристые, допускают также деление их на блоки. Однако при этом должны применяться специально запроектированные типы пролетных строений. На фиг. 294а и 294б показано такое пролетное строение отверстием 3,2 м. Оно представляет плиту высотой 40 см, разделенную продольными швами на три части, причем крайние части имеют бортовые стенки. Отвод воды осуществляется трубками, поставлен-

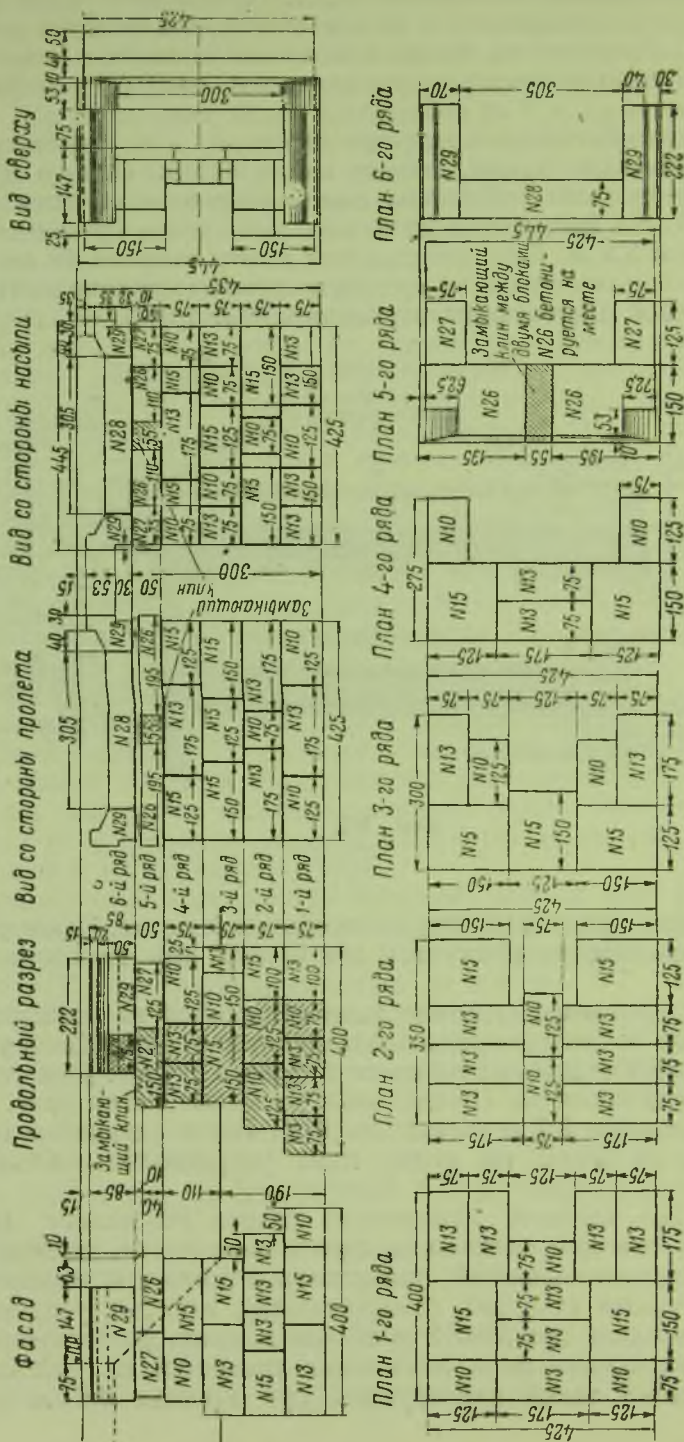


Фиг. 292

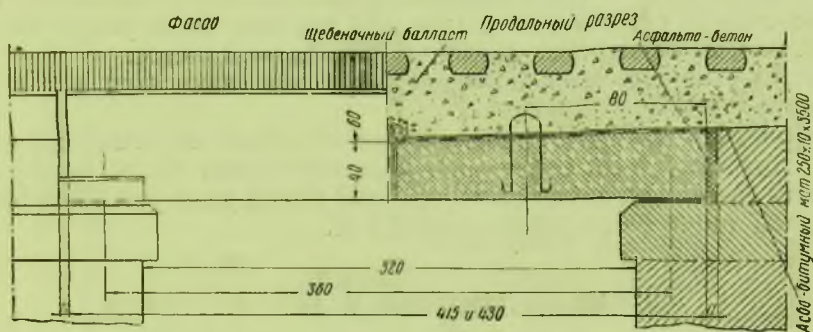
ными в середине пролета на каждой продольной плите. Такое устройство дает возможность применять эти плиты для многопролетных мостов.

На опоры пролетное строение устанавливается на железных листах, к которым по концам приклепаны короткие уголки. Такое устройство обеспечивает отдельные плиты от бокового сдвига. Для подъема плит в них заделываются специальные железные петли (фиг. 294а). Вес плиты пролетом 3,2 м составляет 5 т. После установки пролетного строения на опоры по верху плит устраивается общая изоляция.

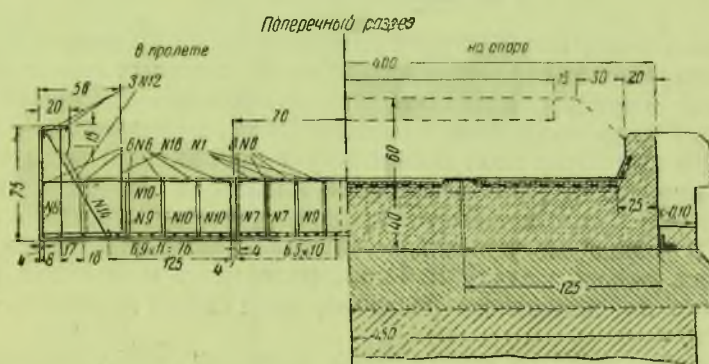
На фиг. 295 показан поперечный разрез ребристого пролетного строения, которое делится на продольные части, имеющие вид буквы П. Соединение частей пролетного строения осуществляется тремя поперечными стенками (диафрагмами), которые устроены на опорах и в середине пролета. Эти стенки в швах, разделяющих отдельные плиты, соединяются железными планками на болтах. Вес отдельных частей такой конструкции при пролете 4,6 м состав-



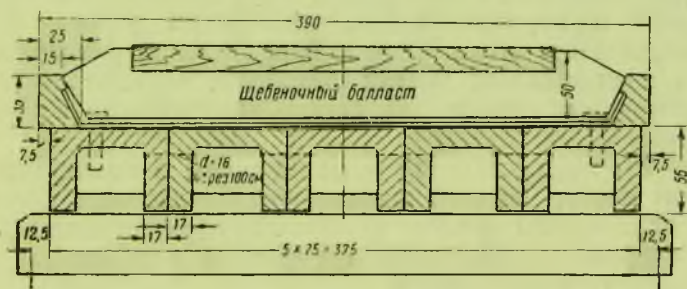
Фиг. 293



Фиг. 294а



Фиг. 294б



Фиг. 295

ляет 3 — 3,7 т, т. е. части значительно легче, чем части плитного пролетного строения.

Наиболее легкие части дают безбалластные железобетонные пролетные строения¹, которые в опытном порядке были установлены в 1933 г. на железнодорожной линии Москва — Донбасс.

Обследование мостов показало, что они находятся в хорошем состоянии.

На фиг. 296 показано безбалластное пролетное строение с расчетным пролетом 2,5 м. Собственно железобетонная часть пролетного строения состоит из двух прямоугольных балок размером 40 × 55 см. Вес одной такой балки составляет 1,7 т.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

§ 40. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Дождевая вода, которая просачивается через балласт на мостах, должна беспрепятственно отводиться из балластных корыт особыми водоотводными приспособлениями, верх же пролетного строения должен быть покрыт непроницаемым для воды слоем, называемым гидроизоляцией. Этот слой препятствует прониканию воды в толщу бетона или кладки. При намокании кладки и бетона в холодное время года они будут подвергаться распирающему действию замерзшей воды и в них могут появиться трещины. Кроме того, вода, просачиваясь сквозь кладку и бетон, растворяет и выносит свободную известь из цементного раствора; этим самым прочность кладки ослабляется.

Для предотвращения проникания дождевой воды, просачивающейся через земляную насыпь, трубы также изолируются.

В малых однопролетных мостах водоотвод достигается приданием по верху пролетному строению продольного уклона.

Устои для облегчения стока воды по вертикальным плоскостям штукатурятся, а горизонтальным плоскостям устоев придается уклон в направлении стока воды и они также штукатурятся.

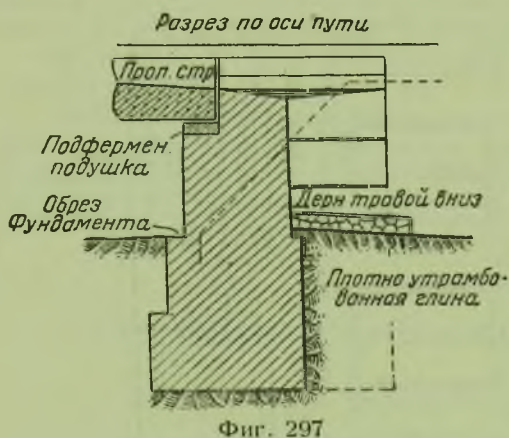
В более значительных мостах водоотвод осуществляется через особые водоотводные трубки, заделанные в нескольких местах в пролетное строение.

На фиг. 297 показан отвод воды за устои в однопролетном железобетонном мосту. Верхней поверхности балластного корыта придан уклон от середины пролета к устою. Этот уклон делается от 0,03 до 0,05. Поверхность балластного корыта и верхняя поверхность устоа покрыты гидроизоляцией.

За устоем устроен дренаж, засыпка между обратными стенками сделана из хорошо водопроницаемого грунта. Дренаж устраи-

¹ Т. е. такие, на которых путь уложен на поперечных брусках, непосредственно опирающихся на несущую конструкцию.

вається следующим образом: несколько выше уровня меженной воды укладывается водонепроницаемый слой из плотно утрамбованной глины с уклоном от устоя; на слой глины укладывают слой камня, который сверху засыпают слоем гравия, а поверх гравия укладывают слой крупного песка. В малых мостах дренаж устраивается из одного слоя камня, покрытого слоем дерна.



На фиг. 298 дано устройство водоотвода балочного железобетонного моста, в котором этот водоотвод сделан в пределах пролетного строения.

Верхней поверхности бетона балластного корыта по направлению к водоотводным трубкам, заделанным в бетон плиты пролетного строения, придается уклон в $0,03\%$.

Трубки обкладываются у входного отверстия несколькими слоями щебня, внизу более крупного, а сверху более мелкого, который препятствует выносу балласта водой (фиг. 299).

Гидроизоляция состоит обычно из нескольких слоев, имеющих разное назначение: нижний слой — подготовительный, слой собственно изоляции и верхний слой — защитный.

Подготовительный слой представляет собой слой цементного раствора состава 1 : 3, которым создается уклон.

Защитный слой имеет назначение предохранить гидроизоляционный слой от повреждений при подбивке балласта под шпалы.

Что касается собственно гидроизоляционного слоя, то для наиболее ответственных частей моста, а именно пролетных строений, он должен удовлетворять следующим требованиям:

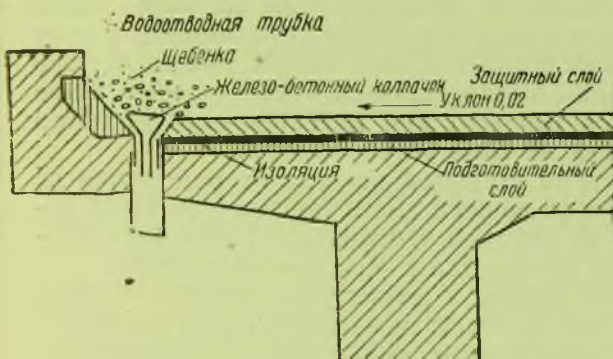
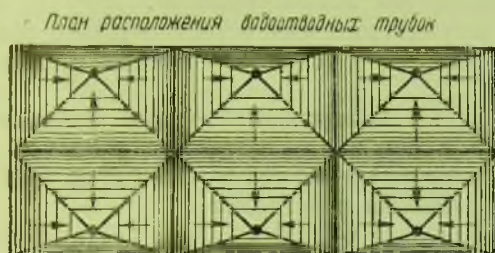
- 1) быть водонепроницаемым во всех точках изолируемой поверхности;
- 2) не разрушаться от длительного воздействия балласта, воды и сезонных колебаний температуры;
- 3) не коробиться и не терять своей водонепроницаемости при прогибах пролетного строения под действием нагрузки;
- 4) не стекать с уклонов и не выдавливаться под нагрузкой;
- 5) иметь водонепроницаемость в местах присоединения к трубкам.

Требования к изоляционному слою труб, находящихся в более благоприятных условиях, снижаются; конструкция изоляции здесь значительно проще.

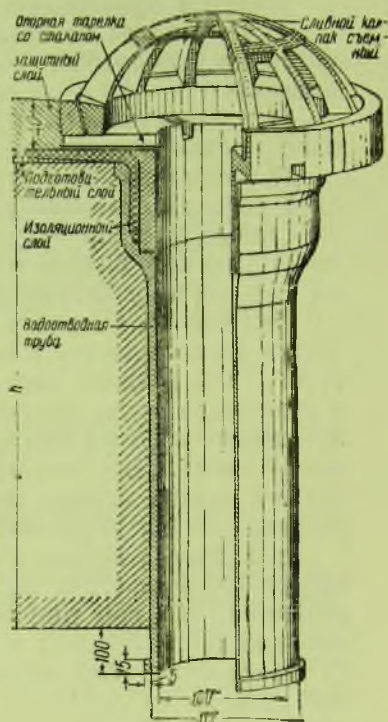
На коробовой трубе гидроизоляционный слой укладывается по всей наружной поверхности свода. Защитного слоя здесь не устраивают, так как повреждение гидроизоляции исключается.

Гидроизоляция горизонтальных поверхностей прямоугольных труб делается так же, как гидроизоляция коробовых труб, вертикальные же стенки изолируют затиркой раствором или покрывают битумным лаком за 2 раза.

Перед укладкой звеньев круглых труб их прокрашивают горячим битумом, а верхняя половина трубы покрывается изоляцией.



Фиг. 298



Фиг. 299

§ 41. ВИДЫ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

Гидроизоляция, применяемая для искусственных сооружений, подразделяется на следующие виды: а) твердую, б) обмазочную, в) обклеечную.

Твердая гидроизоляция применяется в виде штукатурки, выполняемой ручным способом или способом торкретирования. Для штукатурки применяется пуццолановый портланд-цемент состава 1 : 2 или 1 : 3. Песок для раствора берут более мелкий, чем для раствора кладки. Иногда к цементному раствору прибавляют для большей водонепроницаемости церезит. Штукатурка ручным способом наносится в два слоя: первый слой толщиной 20 мм набрасывается лопаткой и затирается деревянной теркой. После схватывания первого слоя, обыкновенно на другой день, наносится второй

слой штукатурки более жирного состава, чем первый, и на более мелком песке. После нанесения верхнего слоя штукатурки он тщательно затирается железной теркой до образования ровной поверхности.

Обмазочной изоляцией покрывается изолируемая поверхность.

Обмазка производится в такой последовательности:

1) сначала на поверхность штукатурки или бетона обильно наносится кистью слабый раствор битума в бензине — предварительная обмазка;

2) после суточной просушки на поверхность бетона наносится слой крепкого раствора битума в бензине — защитная обмазка;

3) после просушки второго слоя в течение суток наносится третий слой того же крепкого раствора битума в бензине.

Слабый раствор битума в бензине, битумный лак, составляется из 25% по весу битума и 75% бензина. Крепкий раствор составляется из 75% по весу битума и 25% бензина.

Растворение битума в бензине производится следующим образом. Битум расплавляется в котле (см. ниже) и охлаждается до температуры 70°C. Затем готовится металлический высокий сосуд в виде ведра, куда наливается отмеренное количество бензина; к нему приливают малыми порциями расплавленный битум, сильно перемешивая смесь. Для получения слабого раствора нужно на одно ведро битума давать четыре ведра бензина; при приготовлении крепкого раствора — два ведра битума на одно ведро бензина.

Растворение нужно вести на открытом воздухе на расстоянии не ближе 100 м от огня. Битум не должен иметь температуру выше показанной, так как при более высокой температуре произойдет бурное вскипание бензина и он улетучится в большом количестве.

Надежность обмазочной изоляции и штукатурки зависит в сильной степени от состояния изолируемой поверхности: при малейшей деформации изолируемой поверхности вследствие температурных условий или вследствие неравномерной осадки сооружений наступает нарушение водонепроницаемости изоляции, а потому эти изоляции не могут считаться надежными.

Более надежной является обклеенная изоляция, которая выполняется наклейкой на битумной мастике (клебемассе) одного или нескольких слоев изолирующих рулонных материалов или укладкой нескольких слоев асбесто-битумной массы, усиленной металлической сеткой или тканью.

Для пролетных строений согласно техническим условиям НКПС применяется изоляция в следующем виде (фиг. 300):

1-й слой — грунтовка из битумного лака;

2-й слой — асбесто-битумная масса толщиной 1,5 — 2 мм;

3-й слой — металлическая сетка толщиной 0,75 мм;

4-й слой — асбесто-битумная масса толщиной 1,5 — 2 мм;

5-й слой — металлическая сетка толщиной 0,75 мм;

6-й слой — асбесто-битумная масса толщиной 1,5 — 2 мм;

7-й слой — битумная приклеивающая масса (клебемасса) толщиной

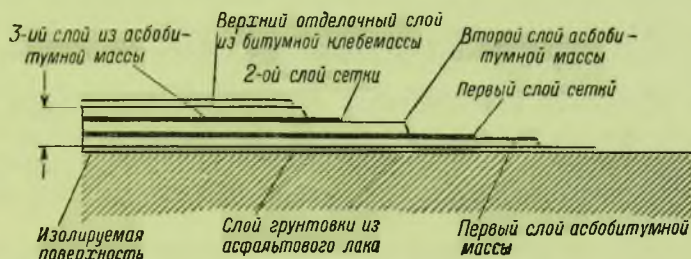
1—1,5 мм.

Для бетонных, железобетонных и каменных труб, а также тоннельных обделок применяется гидроизоляция более облегченного типа, а именно:

1-й слой — грунтовка из асфальтового лака;

2-й слой — битумная проклеивающая масса (клебемасса) толщиной 1—1,5 мм;

3-й слой — толь или руберойд;



Фиг. 300

4-й слой — битумная проклеивающая масса (клебемасса) толщиной 1—1,5 мм;

5-й слой — толь или руберойд;

6-й слой — битумная проклеивающая масса (клебемасса) толщиной 1—1,5 мм.

Битумная мастика (клебемасса), которая служит для наклейки изоляции, получается варкой битума в специальных котлах асфальтировочного типа при большом количестве приготовляемой массы или в обычных больших чугунных котлах, вмазанных в топки. Котлы должны быть установлены под навесом и иметь деревянные крышки для закрывания котла в случае воспламенения массы. Варка битума производится для удаления воды и осаживания на дно примесей (песок и пр.).

Для варки котел загружают битумом до $\frac{2}{3}$ объема и под ним разводят огонь. При этом разогревание производят постепенно и доводят температуру его до $160 - 170^{\circ} \text{C}$. Поднимать температуру выше 170° опасно, так как при температуре $220 - 230^{\circ} \text{C}$ может произойти вспышка битума. За температурой необходимо следить по термометру. В первый период приготовления клебемассы, когда из битума удаляется вода, разогретую массу следует тщательно перемешивать деревянным веслом. Первый период характеризуется образованием слоя пены на поверхности битума. Когда образование пены прекратится, в топке убавляют огонь и продолжают варить массу еще в течение часа. Перемешивать клебемассу в этот период нельзя, так как это будет препятствовать осаждению на дно котла разных примесей, которые загрязняют массу и придают ей хрупкость и твердость. Массу нужно применять в горячем состоянии, вычерпывая ее из котла ковшом и оставляя на дне некоторое количество

массы с примесями. После израсходования клеемассы из котла этот нижний слой удаляется.

Для изоляции проезжей части мостов необходимо к битумной массе добавлять наполнитель в виде асбестовой пыли, которая придает массе более вязкие свойства и препятствует ее растрескиванию. Пыль подсушивается и в количестве 20% добавляется к горячей готовой клеемассе при тщательном размешивании ее.

Для руберойдных листов смазка из каменноугольной клеемассы не пригодна.

§ 42. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

После установки водоотводных трубок в бетонном корыте и после отвердения бетона поверхность балластного корыта покрывается цементным раствором 1 : 3, так называемым подготовительным слоем. Поверхности подготовительного слоя придаются уклоны по направлению к трубкам.

Поверхность подготовительного слоя должна быть выровнена под правило и тщательно затерта, но не до глянца. В местах перегибов защитного слоя по линии бортов балластного корыта устраиваются выкружки радиусом 15 см из цементного раствора; до начала укладки изолирующих слоев подготовительному слою дают окрепнуть.

Укладка изоляции должна производиться в сухую неморозную погоду при температуре воздуха не ниже +5° Ц. При укладке изоляции в дождливую погоду место работ должно быть защищено водонепроницаемым навесом.

При укладке в зимнее время должен быть устроен тепляк. Сухая, ровная и чистая поверхность подготовительного слоя при помощи волосяной кисти (или щетки) покрывается битумным лаком. Лак наносится тонким слоем. Пролакированной поверхности дают время (примерно до 2 час. и более, в зависимости от скорости высыхания лака) просохнуть, после чего приступают к укладке изоляции.

Первым слоем на пролакированную поверхность наносится асбесто-битумная масса толщиной 1,5—2 мм. Асбесто-битумная масса укладывается при температуре не ниже 150° Ц. Асбесто-битумная масса разравнивается деревянным ножом (шпателем) или щеткой.

После этого укладывается металлическая сетка или ткань. Перед укладкой металлическую сетку покрывают битумным лаком, дав ему просохнуть. Ткань должна также быть пропитана битумом. Сетка и ткань укладываются по неостывшей массе. Укладка сетки и ткани, а равно и нанесение асбесто-битумной массы производятся в направлении ширины корыта (поперек), как это показано на фиг. 301. Сетка и ткань разравниваются шпателем или щеткой.

Соединение полотнищ сетки и ткани производится внахлестку с перекрытием на 5—10 см.

Таким же порядком укладываются следующие слои и, наконец, последний слой битумной клеемассы.

Изоляция должна быть заведена внутрь раструба водоотводных труб, как это показано на фиг. 299, а затем поднята по бортам

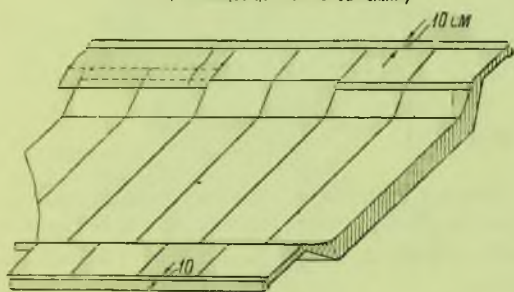
балластного корыта и закончена на бортах корыта под специально для этой цели устраиваемым выступом (фиг. 302.)

После укладки изоляции начинают устройство защитного слоя из цементного раствора состава 1 : 3. Защитный слой делается толщиной 4 — 5 см; он армируется металлической сеткой, у которой толщина прутка равна 2 — 4 мм; между прутками оставляются просветы в 50 — 100 см.

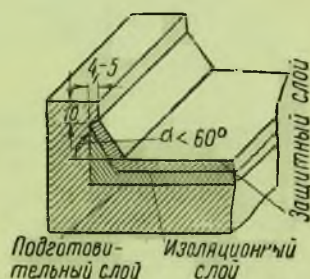
Поверхности защитного слоя придаются такие же уклоны, как и подготовительному слою по направлению к водоотводным трубкам. Поверхность защитного слоя должна выполняться под правило тщательной затиркой ее металлическими терками. В местах сопряжения защитного слоя с водоотводными трубками тарелка последних тщательно заделывается в защитный слой заподлицо с верхней кромкой наружного кольца.

Между массивным пролетным строением и устоем оставляется небольшой шов толщиной 2 — 3 см, позволяющий пролетному строению свободно удлиняться и укорачиваться при изменении темпера-

Общий вид (защитный слой снят)



Фиг. 301



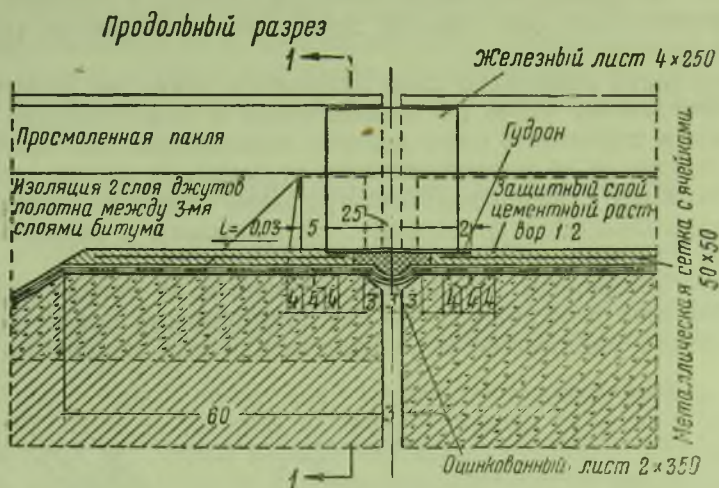
Фиг. 302

туры. При бетонировании пролетного строения на месте в этот шов вставляется опалубка, которая после бетонирования должна быть удалена. Для более легкого удаления опалубка сшивается в щитки, которые прикрепляются к железным прутьям диаметром 8 мм. Щитки вытаскиваются из щели домкратами, для этого они зацепляются за концы прутьев, выходящих на поверхность. Вытаскивание нужно производить дня через два после бетонирования, иначе доски разбухнут и их будет очень трудно вытащить из щели.

При установке готового пролетного строения на опоры шов между опорой и пролетным строением также оставляется незаполненным.

Этот шов для предотвращения проникания в него воды требуется перекрывать сверху и переводить через него изоляцию на устой. Перекрытие шва (фиг. 303) делается изогнутым листом оцинкованного железа, сверх которого пропускается изоляция. Защитный слой цементного раствора прерывается над листом и заменяется в свою очередь железным листом. Пространство между этим листом и изоляцией заполняется просмоленной паклей.

Гидроизоляция труб и тоннельных обделок. Затирка бетона или кладки делается после распалубки труб цементным раствором 1:3. Затирке дают окрепнуть и лишь затем укладывают изоляцию.



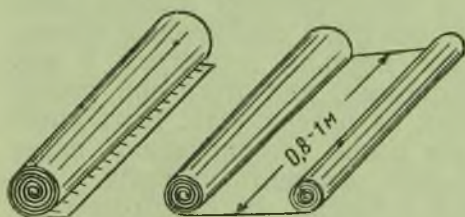
Фиг. 303

Первоначально поверхность бетона покрывается битумным лаком, как это указано выше. Когда растворитель улетучится и на бетонной поверхности образуется плотная корочка битума, на нее наносится ровный слой горячей клеемассы.

До начала наклейки ткани (в заграничной практике применяется

Рулон, поступивший с завода

Так должен быть подготовлен рулон



Фиг. 304



Фиг. 305

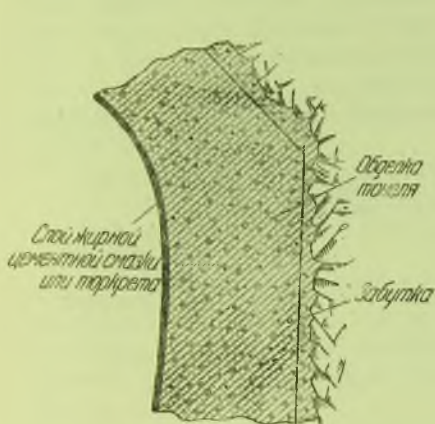
джутовое полотно) последняя должна быть размотана, тщательно осмотрена, а руберойд должен быть очищен щетками. Если при осмотре рулонов ткани в них окажутся те или иные повреждения — дыры, то эту часть рулона следует вырезать. После осмотра рулон свертывается в две катушки (фиг. 304). При наклейке рулон укладывается по середине трубы (в вершине коробовой трубы) и двое рабочих раскатывают каждую часть рулона в стороны до основания свода (фиг. 305).

Одновременно, раскатывая рулон ткани, при помощи щеток промазывают горячей клеемассой внутреннюю поверхность его и плотно прижимают раскатываемую ткань к нанесенному слою клеемассы.

Следующая полоса наклеиваемого материала должна перекрывать уложенный слой на 10 см. После наклейки первого слоя он промазывается клеемассой, на которую немедленно накладывается второй слой (если изоляция делается из двух слоев), который также покрывается горячей клеемассой.

Гидроизоляцию тоннельных обделок приходится устраивать или в уже построенном тоннеле в порядке ремонтных работ или при самой постройке тоннеля.

В построенном тоннеле гидроизоляцию приходится делать с внутренней стороны тоннеля; таким образом, самая обделка не предохраняется от грунтовых вод. Между тем разрушение тоннельных обде-



Фиг. 306



Фиг. 307

лок происходит главным образом от действия грунтовых вод. При малом напоре грунтовых вод гидроизоляцию делают в виде покрытия внутренней поверхности обделки слоем штукатурки с добавкой церезита или внутреннюю поверхность обделки торкретируют за два раза (фиг. 306).

В таком слое изоляции могут появляться трещины при деформации обделки, что снижает значение гидроизоляции. Несколько предохраняет от появления трещин металлическая сетка, а потому иногда делают торкретирование по сетке (фиг. 307).

При более значительном напоре грунтовых вод устраивают клеечную изоляцию, причем, чтобы ее не отжало напором воды от обделки, дополнительно устраивают еще железобетонную рубашку (фиг. 308).

При постройке тоннелей устраивают и наружную гидроизоляцию, т. е. предохраняют от действия грунтовых вод и обделку тоннеля. Устройство изоляции в условиях тоннельных работ чрезвычайно затруднено, так как приходится укладывать ее по очень

неровным поверхностям, что сильно отражается на качестве изоляции.

На фиг. 309 показана наружная гидроизоляция тоннельной обделки в поперечном разрезе.

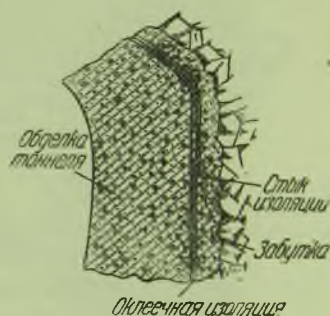
Перед тем как нанести изолирующий слой, необходимо соответственно подготовить изолируемую поверхность затиркой цементным раствором. Она должна быть сделана гладкой и ровной, затем затирка должна быть просушена. Просушивание лучше всего производить горячим воздухом или электронагревательными приборами.

Применять для просушки паяльные лампы не следует.

На просушенную поверхность наносят слой горячей клеемассы ¹ толщиной не более 1,5 мм и на длину не более 0,5 м во избежание ее остывания. На эту промазку наклеивают листы толя или руберойда с тщательным разглаживанием их. Обычно наклеивают несколько



Фиг. 308



Фиг. 309

слоев толя, причем перед наклеивкой нового слоя уже наклеенный слой покрывают горячей клеемассой. Укладка листов производится вразбежку с перекрытием швов. Поверхность готовой изоляции также покрывается горячей клеемассой. Готовую гидроизоляцию нужно предохранить от повреждения падающими предметами и в том числе камнями. С этой целью поверх изоляции делают защитный слой из цементного раствора толщиной 3 — 4 см, который сверху еще покрывают укладываемыми плашмя постелистыми камнями или кирпичом-клинкером.

В слабых породах при большом боковом давлении, когда требуется немедленное заполнение забуткой пространства между обделкой и породой, применение наружной изоляции невозможно.

В этих случаях обделка может быть защищена только нагнетанием цементного раствора или эмульсии битума ².

¹ Применение асфальтового лака, разбавленного бензином, в условиях тоннельных работ опасно в пожарном отношении.

² Об этих работах см. ниже.

СОДЕРЖАНИЕ, РЕМОНТ И ПЕРЕУСТРОЙСТВО ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

§ 43. НАДЗОР, ТЕКУЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ

1. Общие понятия

Низкое качество работ и материалов, небрежный уход за каменной кладкой и бетоном в период твердения цементного раствора и бетона, а также разного рода недостатки при заложении фундаментов, плохое качество засыпки за устоями часто приводят к тому, что сооружения постепенно приходят в расстройство, которое угрожает их дальнейшему существованию и безопасности движения поездов. Этому способствуют воздействие атмосферы на сооружения (дожди, морозы) и случайные повреждения (от ледоходов, ударов плотов, судов и т. п.).

Видимыми признаками неисправности сооружения являются:

- 1) трещины в опорах и пролетном строении;
- 2) водяные потеки и выщелачивание цемента;
- 3) смещение опор.

Прежде чем приступить к ремонту сооружений с замеченными неисправностями, нужно установить причины, которые повели к появлению той или иной неисправности, и сообразно с этим назначить способ ремонта. Текущее содержание исправных опор и массивных мостов заключается:

в отношении опор — в мелком ремонте выкрошившихся швов путем их расшивки цементом; в очистке от грязи подферменных площадок и сливов опор; в мелком ремонте образующихся шероховатостей на этих частях, препятствующих быстрому стоку воды; в отводе воды за устоями для предотвращения намокания насыпи и пр.;

в отношении массивных мостов — в прочистке водоотводных трубок на пролетных строениях и периодической замене дренажного материала над трубками новым; в заделке цементным раствором мелких усадочных трещин; в мелком ремонте выкрошившихся швов каменных пролетных строений и пр.

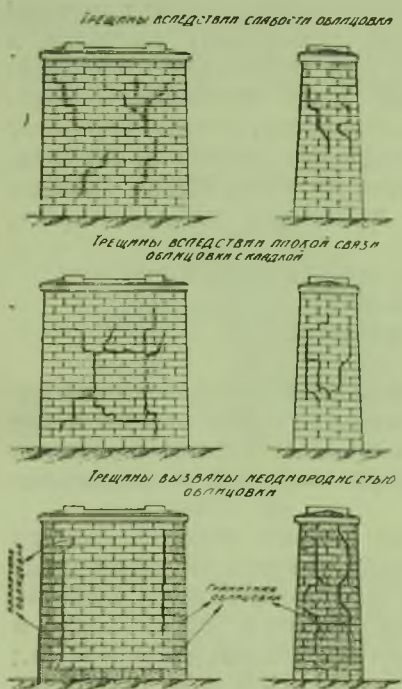
2. Трещины в сооружениях

Признаками очевидной неисправности в опорах служит появление трещин разной глубины, длины и ширины (фиг. 310а и 310б). Причины могут быть довольно разнообразные: так, при плохой связи облицовки с кладкой появляются трещины преимущественно по швам облицовки с обломкой углов облицовочных камней и разломом облицовочных камней. Некоторые облицовочные камни отделяются от кладки по шву между кладкой и облицовкой (фиг. 310а и 310б).

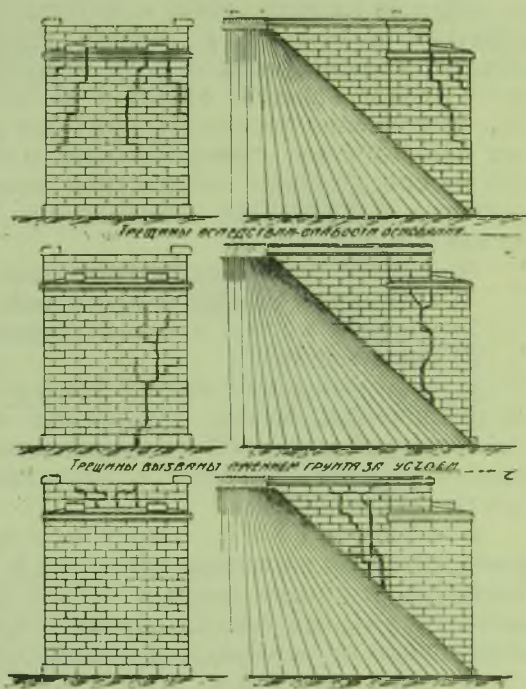
При значительном напряжении материала опоры и при разнородной по качеству материала облицовке (кирпич и гранит) в ней появляются трещины, сопровождающиеся всегда разломом более слабой облицовки (фиг. 310а и 310б).

Трещины вследствие слабости облицовочного камня обычно неглубокие, с разрывами облицовки, с переломом облицовочных камней дают глухой звук.

Более глубокие и более опасные трещины образуются в каменной кладке опор вследствие слабости самой кладки. В этих случаях ха-



Фиг. 310а



Фиг. 310б

рактерными являются глубокие трещины в верхней части сооружения.

Причиной такого рода трещин являются превышение нагрузки на опору против допускаемой и плохое качество каменной кладки.

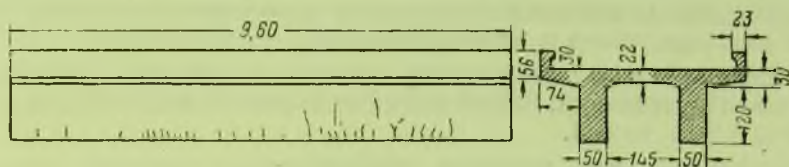
Такого же характера трещины могут образоваться в верхней части опоры, если подферменник плохо уложен и передает нагрузку неравномерно. В этих случаях получается одна или несколько глубоких трещин, выходящих наружу в перегруженной части опоры.

При плохом глинистом грунте, засыпанном за обратные стенки устоев, могут образоваться трещины в устоях вследствие пучения грунта. Такой грунт, будучи пропитан осенью водой и замерзая зимой,

увеличивается в объеме, или, как говорят, пучится, и производит разрушение обратных стенок устоев. Глубокие трещины в опорах образуются нередко вследствие слабости и неоднородности основания, особенно в части, расположенной под подферменниками.

Трещины, уходящие в фундамент, более широки внизу и суживаются кверху.

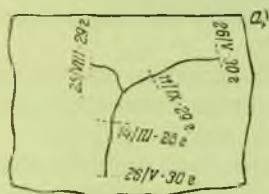
В арках и сводах причинами образования трещин могут быть: плохое состояние гидроизоляции или ее отсутствие, разрушение кладки



Фиг. 311

вследствие атмосферных влияний и плохого качества камня или бетона, неравномерности осадки основания или сдвига опор. Трещины могут возникнуть в момент раскружаливания пролетных строений от небрежного или неумелого раскружаливания.

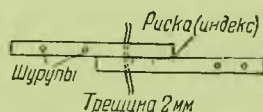
В железобетонных балочных мостах трещины могут появиться вследствие плохой гидроизоляции, усадки бетона при твердении (трещины эти, как показано на фиг. 311, сосредоточиваются у нижней продольной арматуры).



б) Прямоугольный



в) Круглый



Фиг. 312

Иногда в пролетных строениях наблюдаются отколы защитного слоя и обнажение арматуры вследствие плохого качества работы или от повреждения бетона дымом паровозов (путепроводы).

При обнаружении трещин за ними организуют наблюдение для того, чтобы установить, не расширяются ли и не удлиняются ли трещины, не появляются ли новые трещины и как меняется форма трещин при проходе поездов.

Каждая из появившихся трещин точно обмеряется, делают отметки границ распространения трещины на сооружении с указанием числа, месяца и года появления; каждой трещине присваивается постоянный номер.

После обмера трещины, составления эскиза ее, нанесения на сооружение знаков и надписей (фиг. 312, а) трещина обычно заделывается

цементным раствором для того, чтобы в нее не попадала вода. Прочность заделки указывает, что трещина больше не распространяется. В случаях разрыва заделки положение и размер трещины сравниваются с прежним ее видом, какой она имела при первом и промежуточном наблюдениях.

Наблюдение за трещинами устанавливается также при помощи цементных или алебастровых пластинок (толщиной около 2 см со скошенными книзу краями), называемых маяками (фиг. 312, б, в). Маяк прикрепляется к кладке над трещиной цементным раствором. Сверху маяка пишутся номер и время установки.

Лопнувший маяк показывает, насколько трещина расширилась за время его установки. Такой маяк снимается с кладки и на его место прикрепляется новый.

Убедившись, что трещина расширяется, следует произвести точное измерение, насколько растет это уширение в течение определенного промежутка времени.

С этой целью в одном или в нескольких местах над трещиной к сооружению прикрепляют тем или иным способом одну над другой и параллельно между собой две линейки, из которых одна снабжается миллиметровыми делениями, а другая риской.

Линейки прикрепляются так, чтобы в случае увеличения трещин они могли скользить одна относительно другой и тем самым фиксировать состояние трещины.

Для этого линейки укрепляются лишь своими концами и притом по разные стороны от трещины.

Затухание или нарастание роста трещины и величина этого роста прочитываются на линейке с делениями.

При помощи подобного приспособления можно следить за увеличением трещины по ширине и по длине. Надо лишь соответственно располагать линейки: поперек трещины или вдоль нее.

Для суждения о глубине и характере трещин под облицовкой внутри кладки часть облицовки вскрывается и через вставленные в трещину патрубки в кладку нагнетается подкрашенная жидкость; выходы этой жидкости в разных местах кладки показывают, куда распространяются трещины внутри сооружения.

Чтобы определить, как изменяются трещины под нагрузкой, перед проходом поезда наклеивают на трещины полоски бумаги, которые должны разорваться и в какой-то мере разойтись в разрыве, если на трещины имеет влияние проход по мосту поездов.

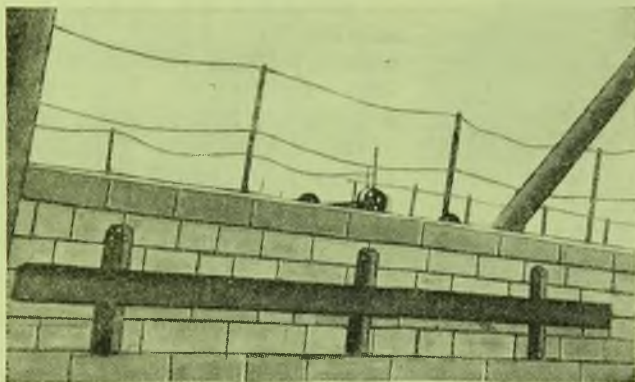
Если трещины распространяются на фундамент сооружения, то необходимо обследовать состояние фундамента. При подводных фундаментах обследование делается водолазом, а в прочих случаях необходимо сделать у фундамента шурф и при помощи шурфа обследовать состояние фундамента сооружения.

Обнаруженные трещины, установленные маяки, а также другие материалы обследования трещин подробно описываются, и запись заносится в книгу искусственных сооружений с приложением зарисовки положения и вида трещин на опоре или на пролетном строении.

На основании этих обследований намечаются характер ремонта и его срок в зависимости от серьезности и опасности трещин для сооружения, а следовательно, и для проходящих по железной дороге поездов.

В случаях, когда трещины быстро увеличиваются и нет времени для ремонта, так как это увеличение создает явную угрозу движению поездов, необходимо принять немедленно временные меры, чтобы обеспечить безопасность движения поездов до окончания ремонта.

К таким мерам могут относиться: установка металлических тяжей и анкеров, схватывающих расходящуюся кладку опоры (фиг. 313); установка рамных опор или шпальных клеток, разгружающих слабую опору или подкрепляющих слабое пролетное строение, и пр.



Фиг. 313

По установлении причины образования тех или иных трещин ремонт назначается сообразно характеру трещин и степени разрушения сооружения.

Если причиной образования трещин является слабость облицовки, плохая перевязка ее с бутовой или бетонной кладкой или слабость кладки, то в зависимости от степени повреждения мостовой опоры и каменного арочного пролетного строения назначается частичная перекладка облицовки или всего сооружения. В мостовых опорах, кроме того, в этих случаях устраивают железобетонные прокладные ряды; делают торкретирование по металлической сетке; снабжают опоры железобетонной рубашкой.

Если появление трещин в устоях происходит от пучения грунта между обратными стенками, то заменяют этот непригодный грунт крупным песком, гравием или щебнем или пространство между обратными стенками закладывают сухой кладкой, а дренажи устраивают за этой кладкой.

Если кладка и бетон опор или пролетных строений плохо сделаны и в них имеются многочисленные поры и пустоты, не заполненные раствором, скопление гнезд гравия без раствора (в бетоне), то необхо-

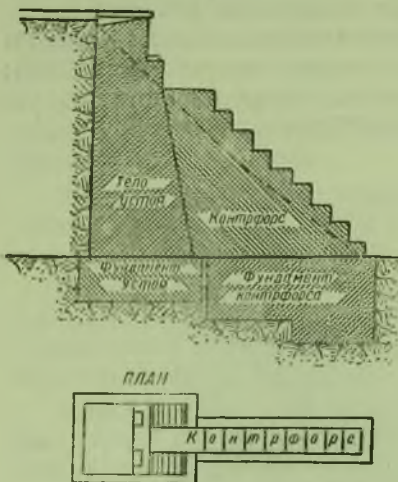
димо в тело кладки или бетона произвести нагнетание под давлением цементного раствора (цементацию).

В железобетонных и бетонных пролетных строениях при обнаружении обнаженной арматуры или поверхностных раковин или сколов бетона необходимо поврежденные места расчистить и заделать торкретом. При наличии значительных усадочных трещин и вообще трещин в ребрах необходимо произвести нагнетание цементного раствора под давлением (цементацию) или сделать железобетонную оболочку.

Ремонт сооружений вследствие слабости оснований относится к области оснований и фундаментов, а потому здесь не описывается.

Водяные потеки и выщелачивание цемента. Водяные потеки наблюдаются в массивных пролетных строениях балочных и арочных мостов и на устоях.

В пролетных строениях водяные потеки происходят вследствие неисправности гидроизоляции. Для устранения просачивания воды через кладку необходимо произвести ремонт изоляции, предварительно убедившись в исправном состоянии водоотводных трубок. Для этого 1—2 ведра воды выливают



Фиг. 314

около входного отверстия каждой трубки, причем наблюдают, хорошо ли трубка выпускает воду.

В устоях водяные потеки происходят вследствие плохого состояния дренажа, который прокладывается за устоем. Необходимый ремонт заключается в переустройстве дренажа и в осушении насыпи.

Смещение и наклон опор. Иногда наблюдается наклон опор мостов, сдвиг их со своего места или горизонтальная осадка. Вследствие изменения положения быка или устоя опорные части, на которые опирается пролетное строение, смещаются вместе с опорой и начинают неправильно работать. При смещении или наклоне устоя за ним обнаруживаются осадки или оползни грунта, особенно в нижних частях насыпи.

Причинами изменения положений опор могут быть главным образом слабость основания и подмыв опор. Однако изменить положение опор могут также плохой отвод воды из насыпи за устоем, большое давление насыпи на устой, которому он не может противостоять своим весом и заглублением в грунте.

При обнаружении слабости основания производятся работы по переустройству фундамента опоры. При подмыве производится защита его каменной наброской и укладкой тюфяков или опусканием проволочных корзинок, заполненных камнем (габионов), вокруг быка.

При плохом отводе воды из-за устоев переустраивается дренаж, заменяется грунт за устоями и ведутся работы по осушению насыпи.

При большом давлении насыпи на устой он разгружается устройством позади него призмы из каменной (сухой или на растворе) кладки и подпирается спереди подпорной стенкой (фиг. 314).

3. Устройство железобетонной рубашки, поясов и штукатурки по сетке

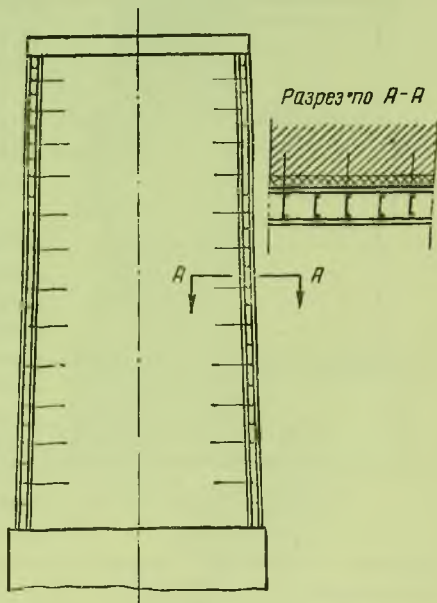
Железобетонная рубашка применяется при усилении опор мостов и для предохранения их от атмосферных влияний вследствие применения мягких пород камня (фиг. 315).

Подготовка начинается с обрубания всех выветрившихся частей и расчистки кладки или облицовки в местах трещин. Кроме того, вокруг опор откапывается грунт на глубину 0,5 — 1 м, а если нужно, и более. Ширина траншеи делается около метра. В этой части опоры особенно тщательно производится расчистка выветрившихся частей кладки или облицовки у поверхности земли.

По расчищенной поверхности делается бучардой или скампелью грубая насечка. По всей площади устраиваются дыры, которые или просверливаются перфоратором или пробиваются шлямбуром. Дыры просверливаются глубиной 0,6 — 0,7 м с расчетом размещения одной дыры на $\frac{1}{4}$ квадратного метра и обычно располагаются в шахматном порядке.

В пробитые дыры вводится цементный раствор, а затем вставляются завершенные металлические стержни толщиной 25 мм с крючком в наружной части. Выступающие наружу крючки стержней служат для прикрепления к ним прутьев арматуры. После установки арматуры и опалубки производится бетонирование рубашки. Доски опалубки следует ставить по мере бетонирования при тщательном штыковании укладываемой бетонной смеси. Бетон необходимо применять марки 140 — 170. Толщина рубашки должна строго соответствовать проекту.

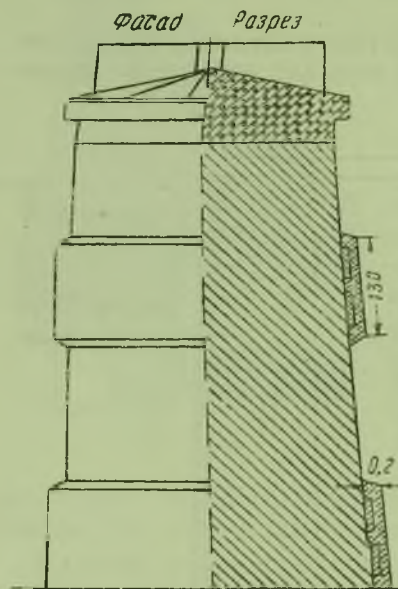
Железобетонные пояса представляют собой железобетонную рубашку, но только сделанную в виде отдельных поясов. Они применяются, когда трещины показывают, что опора раскалыв-



Фиг. 315

вается. Ширина поясов назначается около 1,5 м. Расстояние между поясами по высоте опоры берется в 2 — 3 м (фиг. 316).

Штукатурка по металлической сетке отличается от рубашки тем, что здесь опалубка не устраивается и штукатурка наносится толщиной 5 — 7 см. Штукатурка производится последовательным нанесением отдельных слоев или вручную или механически — торкретом. Сетка делается по забитым в швы кладки костылям; толщина проволоки берется 2 — 5 мм с квадратными ячейками 5 — 10 см. Перед постановкой сетки на облицовке делается на-



Фиг. 316

сечка, слабые места ее удаляются, а оставшаяся облицовка промывается водой. Вообще же штукатурка по сетке производится в тех случаях, когда облицовка имеет только поверхностные повреждения, происшедшие от выветривания ее.

Для укрепления верха опор (быков и устоев) при значительном расстройстве кладки устраиваются прокладники в виде железобетонных плит (фиг. 317).

При устройстве прокладника пролетное строение устанавливается на временные опоры из рам или шпальных клеток. Далее с опоры снимаются опорные части, подферменники и разбирается один ряд кладки опоры. На образованной площадке сверху опоры устанавливается арматура из прутьев толщиной 10 — 15 мм и производится бетонировка. После требуемого отвердения бетона делается облицовка, устанавливаются опорные части и про-

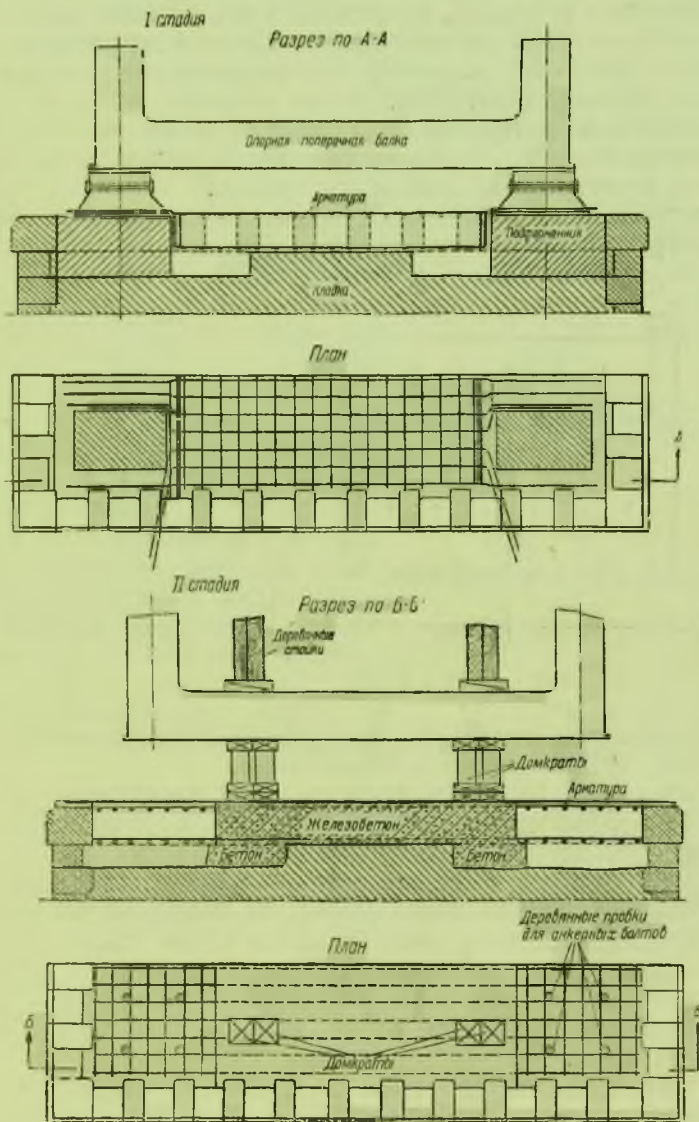
летное строение переставляется с временных опор на постоянные.

В случаях затруднений с устройством временных опор пролетное строение остается на месте, а разбирается лишь кладка вокруг опорных частей. Устанавливается арматура и производится бетонировка прокладника лишь в части, не занятой опорными частями. Прутья арматуры, которые расположились бы на месте опорных частей при одновременном бетонировании всего прокладника, отгибаются кверху и в стороны.

После требуемого отвердения железобетона на бетон кладутся клетки из шпал или брусьев, а на них пакеты. На пакеты приподнимается пролетное строение, выпрямляются части арматуры под опорными частями и производится бетонировка средней части прокладника.

После требуемого отвердения бетона на местах опорных частей и в самих подферменниках, если они составляют одно целое с проклад-

никами, пролетное строение приподнимается, налеты удаляются и пролетное строение опускается на постоянное место.



Фиг. 317

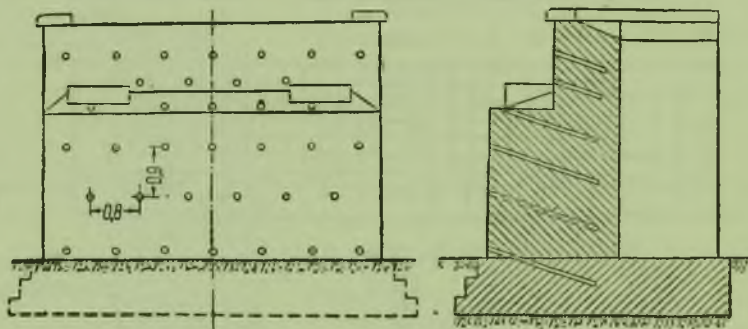
4. Цементация

Для ремонта опор и пролетных строений мостов, если раствор каменной кладки или бетона потерял прочность, производится цементация и введение под давлением в толщу опоры нового цементного раствора. Этот раствор заполняет все поры и связывает отдельные части кладки в прочный монолит. Делается это следующим образом.

Первоначально для производства цементации необходимо пробурить (перфоратором при помощи сжатого воздуха) или пробить шлямбуром отверстия в кладке, подлежащей цементации. Диаметр скважин 62 — 65 мм; глубина скважин от 0,5 до 1 м; расстояние между скважинами 0,9 — 1,5 м. Отверстия располагаются рядами или в шахматном порядке (фиг. 318).

Одновременно с пробивкой отверстий производится расшивка швов и трещин в кладке. При этом удаляются грязь и выщелочившийся цементный раствор, разрушившийся камень.

Затем производится промывка кладки через трещины и отверстия сильной струей воды из брандспойта. Промывка производится, начиная с верха сооружения, и ведется вниз.



Фиг. 318

Когда промывка закончена, трещины и швы конопатят паклей, мешковиной и приступают к цементации.

Если кладка сильно разрушена, то перед цементацией необходимо устроить защитную железобетонную рубашку, дать этой рубашке окрепнуть и тогда производить цементацию. В железобетонной рубашке против пробуренных отверстий в кладке оставляются дыры, а чтобы они не были забетонированы, их затыкают на время деревянными пробками, оклеенными двойным слоем писчей бумаги.

При малом объеме работ цементация производится ручными насосами, для которых вручную же готовится раствор. Раствор для цементации состоит из одной части цемента (по объему) и одной части воды.

Для нагнетания применяется портланд-цемент марки не ниже 300 — 400. Применять пуццолановый портланд-цемент не следует, так как он медленно твердеет. Когда требуется быстрое нарастание прочности или когда через кладку фильтрует вода, можно к цементу прибавить хлористого кальция, но не более 5% (по весу в кристаллическом состоянии) от веса сухого цемента. Наиболее подходящий процент добавки хлористого кальция определяется на месте работ опытом. Лучше применять глиноземистый быстротвердеющий цемент.

Песок к раствору добавлять нельзя, так как этим будет затруднено растекание раствора по трещинам, особенно мелким.

Нагнетание раствора начинают снизу сооружения и постепенно передвигаются кверху. Этим создаются условия для наиболее полного наполнения раствором сооружения.

Для нагнетания раствора применяют резиновые шланги с пятью прокладками диаметром не менее 25 мм.

Шланг вводят в скважину на глубину 8 — 12 см и отверстие плотно проконопачивают вокруг шланга паклей. Такой способ укрепления шланга прост и надежен, так как при повышении давления, т. е. когда увеличивается сила, стремящаяся вырвать шланг, он расширяется и плотно прижимается к стенкам. Для цементации применяются иногда трубки, обтянутые резиной и снабженные сверху уплотнителем, прижимающим резину к стенкам скважины.

Скважины глубиной до 1,5 м цементируются при одной установке шланга, «с одной заходки». Начатое нагнетание скважины должно идти без перерыва (допускаются перерывы продолжительностью не более 10 мин.), так как во время перерыва раствор может загустеть и образуется пробка. Нагнетание раствора ведется насосом равномерно при постепенном повышении давления от 4 до 10 ат. За давлением следят по манометру.

Если раствор начинает выходить из соседних отверстий, последние следует законопатить паклей.

Нагнетание производится до тех пор, пока в скважину идет раствор, т. е. доотказа.

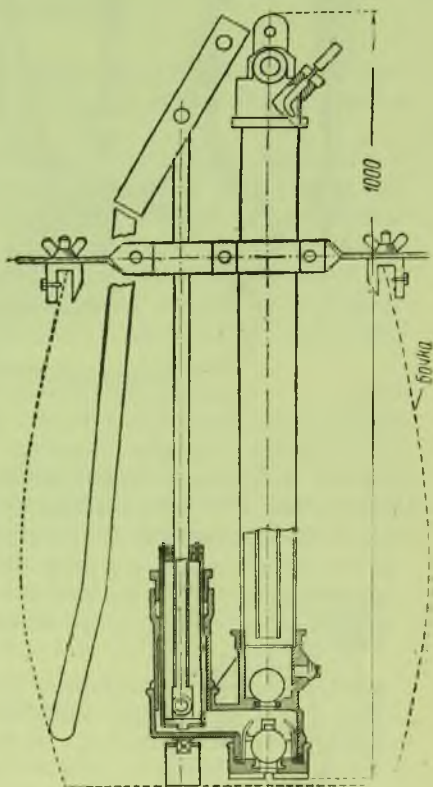
При окончании работ или вынужденном перерыве нужно выкачать из ведра весь раствор и промыть насос и шланг чистой водой.

Для цементации применяются следующие насосы:

- 1) гидравлический ручной насос завода «Красный факел»;
- 2) поршневой насос «Помон» ручного действия с шариковыми клапанами производительностью 350 л в час (фиг. 319); для работы он устанавливается в бочку диаметром 60 — 70 см, наибольшей высотой 85 см, где и закрепляется при помощи обойм;

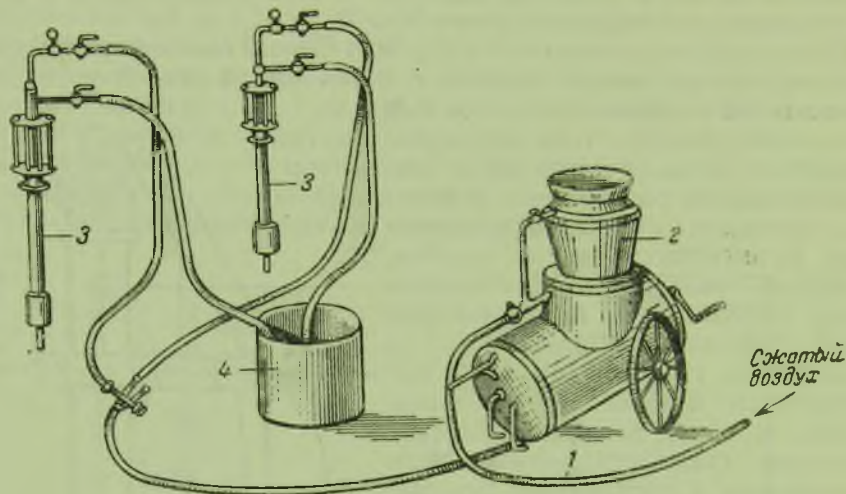
3) паровые насосы Вортингтона, которые удобно приводить в действие сжатым воздухом вместо пара.

При применении этих насосов можно накачивать в кладку раствор сразу в несколько скважин, чем достигается лучшая цементация.



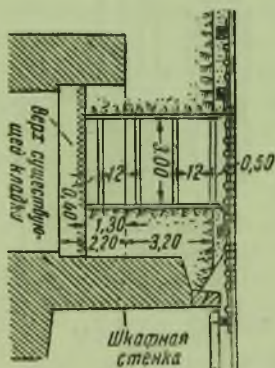
Фиг. 319

Схема специального оборудования для цементации, работающего сжатым воздухом, представлена на фиг. 320. Оно состоит из инъекторов 3, соединенных гибкими шлангами с нагнетателем 2. В этот последний подводится от компрессора (не показанного на схеме)



Фиг. 320

сжатый воздух под давлением 6 — 7 ат по гибкому шлангу 1. Цементный раствор загружается в нагнетатель через воронку, которая так устроена (наподобие воздушного шлюза кессонов), что при загрузке исключена возможность прорыва сжатого воздуха. Цементный раствор перемешивается в нагнетателе лопатками для того, чтобы он не оседал. Лопасти приводятся в движение вручную при помощи ручки на задней вертикальной крышке цилиндра.



Фиг. 321

Сосуд 4 служит для проверки исправности подачи цементного раствора в инъектор. Открывая контрольный кран на отводном шланге, проверяют, идет ли цементный раствор в сосуд 4.

5. Замена пучинистого грунта

Пучинистый грунт между обратными стенками устоев или в устье с колодцами вызывает разрушение обратных стенок, наклон шкафной стенки устоя и вообще расстраивает кладку устоя.

Замена этого грунта производится без перерыва движения.

Для прохода поездов через будущую прорезь в насыпи первоначально устраивается временный настил из пакетов, а затем делается самая прорезь в грунте, укрепляемая дощатой заборкой с распорками. Затем удаляется пучинистый грунт и заменяется кладкой на растворе.

Перед началом кладки стенки устоя тщательно очищаются от приставшей земли, промываются и по ним устраивается изоляция. Прорези делают узкие, шириной 1,2 — 1,5 м. Когда в одной прорези кладка сделана, приступают к устройству соседней прорези и т. д., пока весь грунт не будет заменен каменной кладкой (фиг. 321).

6. Ремонт изоляции

Для ремонта изоляции необходимо прежде всего подвести пакетное перекрытие, с тем чтобы производить ремонт изоляции без перерыва движения.

Когда перекрытие устроено, производится удаление балласта и изоляция вскрывается. Если повреждение изоляции небольшое, то производится местный ремонт поврежденных мест. Если же повреждений много, то вся старая изоляция удаляется и заменяется новой. Цементная смазка заменяется асфальтобетоном, так как нет времени, чтобы дать отвердеть этой смазке. Асфальтобетон нужно укладывать на сухую поверхность, для чего поверхность конструкции просушивается.

По асфальтовой подготовке производится наклейка 2 — 3 слоев рубероида. После укладки изоляционного слоя последний для защиты от повреждений покрывается заранее заготовленными железобетонными плитками или хорошо обожженным кирпичом. Швы между плитками или кирпичом промазываются асфальтом.

Ремонт изоляции больших пролетных строений производят частями и последовательно, поднимая для этого путь на мосту на временно укладываемые пакеты из рельсов или из двутавровых балок на такую высоту, чтобы под пакетами можно было производить работы по исправлению изоляции.

Пакеты перемещаются по пролетному строению в той последовательности, в которой ведется ремонт изоляции. Для проведения этих работ без перерыва движения составляется особый проект организации этих работ.

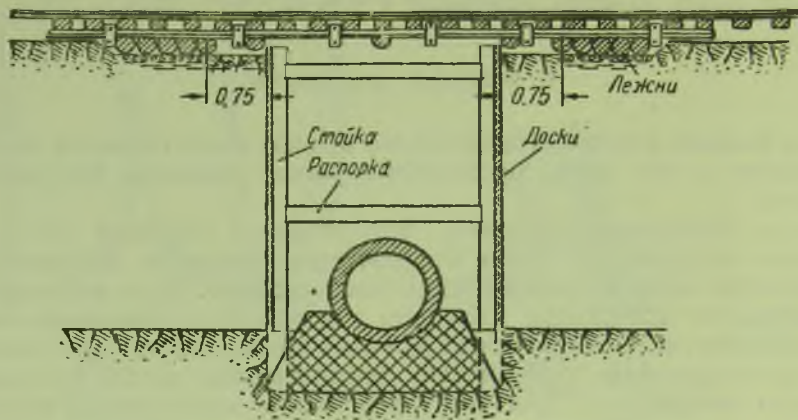
На малых однопролетных мостах ремонт изоляции производится в один прием, так как пакетом можно перекрыть все пролетное строение сразу.

7. Текущее содержание и ремонт труб

Неисправности в каменной и бетонной кладке труб встречаются почти те же, что и в массивных мостах и их опорах, а именно: а) трещины в стенках, оголовках и сводах; б) водяные потеки и выщелачивание цемента; в) просадка отдельных звеньев трубы и раскрытие деформационных швов между звеньями и между звеньями и оголовком. Причины появления этих неисправностей те же, что и в мостах и их опорах; причины образования водяных потеков и выщелачивания — неисправность изоляции.

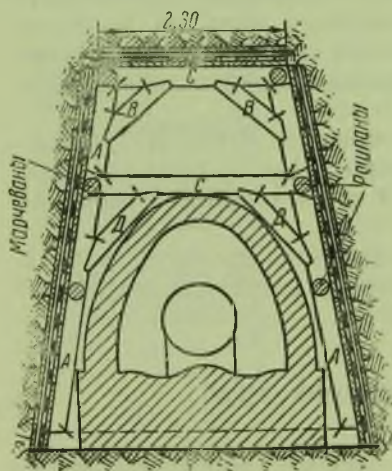
Просадка отдельных звеньев вызывается слабостью грунтов под трубами.

Ремонт трещин производится в зависимости от состояния разрушений штукатуркой или торкретированием по сетке, цементацией.



Фиг. 322

Дефекты изоляции устраняются ремонтом ее, нагнетанием цементного раствора в грунт за толщу свода и стен¹. Просадка отдельных звеньев вызывает крупные работы по переустройству трубы и реконструкции насыпи. Если между звеньями будет обнаружено раскрытие деформационных швов, то во избежание проникания через эти зазоры грунта из насыпи их необходимо проконопатить паклей и покрыть смолой, а при большом зазоре подвести железобетонное или металлическое кольцо. В эти зазоры [следует также произвести нагнетание цементного раствора.



Фиг. 323

дающие трубу от насыпи. Если насыпь в месте расположения трубы невысокая (не больше 6—7 м), то прорезь устраивается на

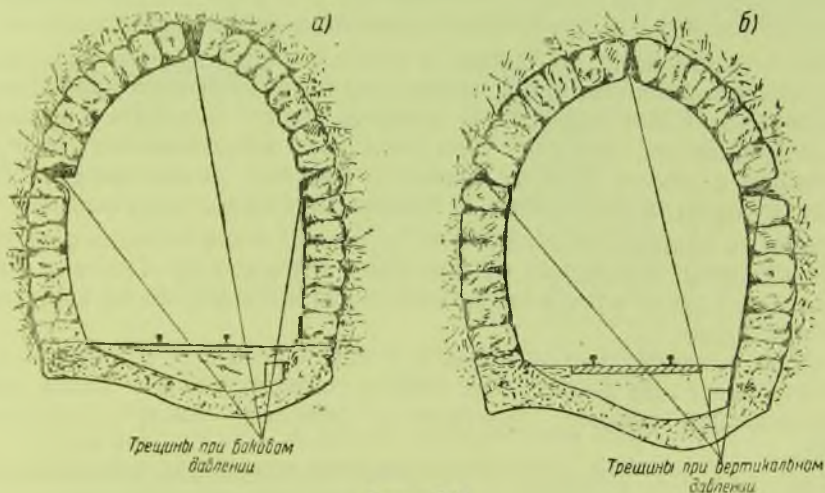
¹ Об этих работах см. ниже при описании текущего содержания и ремонта тоннелей.

всю высоту насыпи. Для этого первоначально укладывается пакет, перекрывающий прорезь. Под пакет подводятся опорные лежни, а самый пакет делается большего пролета, чем прорезь (фиг. 322). Затем делается прорезь, укрепляемая дощатой заборкой и распорами. В образовавшейся таким образом прорези производство работ не встречает затруднений. При ремонте новую изоляцию следует устраивать из двух слоев рубероида на клебемассе. При большой высоте насыпи прорезь нужно делать штольневым способом (фиг. 323).

8. Текущее содержание и ремонт тоннелей

Неисправное состояние обделки тоннелей вызывается двумя причинами: горным давлением и фильтрацией воды из породы.

При чрезмерном возрастании горного давления и слабой конструкции обделки, плохого выполнения или происшедшего расстройтва кладки вследствие выщелачивания цементного раствора обделка деформируется и в ней появляются трещины.



Фиг. 324

Трещины в обделке бывают вертикальные и горизонтальные. Вертикальные трещины появляются тогда, когда звено обделки (между деформационными швами) испытывает разное давление по его длине. Горизонтальные трещины, более опасные, чем вертикальные, появляются в ключе и пятах свода. Их появление является результатом перенапряжения материала свода. При большом боковом давлении свод раскрывается в пятах внутрь, а в ключе наружу (фиг. 324,а). При большом вертикальном давлении происходит обратное явление: свод раскрывается в ключе внутрь, а в пятах наружу (фиг. 324,б). Трещины, раскрытые внутрь, видимы с внутренней стороны тоннеля, а трещины,

раскрытые наружу, невидимы. Поэтому при появлении внутренних трещин нужно обследовать, появились ли такие же трещины, раскрытые наружу. Косвенными признаками появления этих трещин являются: смятие части раствора в швах кладки, частичный откол камня, выкрошивание бетона.

Короткие трещины, идущие в разнообразных направлениях, показывают на местную слабость кладки отделки.

За трещинами устанавливается наблюдение, и при значительном расстройстве отделки под нее подводятся временные кружала и опалубка, не выходящие за габарит.

Исправление дефектных мест отделки производится частичной или общей перекладкой колец. При местных ослаблениях отделки производится нагнетание цементного раствора внутрь кладки. Наконец, при поверхностном выветривании кладки производится торкретирование по сетке в пределах поврежденных мест.

Проверка габаритных размеров тоннелей производится при помощи габаритной рамы. При этом если габаритная рама при исправном состоянии пути зацепляет за кладку тоннеля, то за этими местами устанавливается тщательное наблюдение и в зависимости от причин выпучивания отделки принимают те или иные меры предосторожности.

При неисправности изоляции в тоннелях фильтрация принимает более опасные размеры, чем в мостах, где эта фильтрация наблюдается периодически после дождей. В тоннель может попадать грунтовая вода непрерывным потоком. При этом она выщелачивает раствор, на котором сложена одежда тоннеля. Раствор размягчается, образуются пустоты и трещины, и прочность кладки нарушается.

Особенно опасна при этом такая грунтовая вода, которая содержит в себе кислоты, сернистые соединения, угольную кислоту. Поэтому необходимо взять пробу просачивающейся воды и послать ее на испытание в лабораторию.

Кольца тоннеля, расположенные у входа и выхода в тоннель, особенно страдают при фильтрации воды в тоннель, так как зимой вода, пропитывающая кладку, замерзает и довольно быстро разрушает кладку.

Если вода, поступающая в тоннель, не оказывает разрушающего действия, то для уменьшения просачивания делается нагнетание цементного раствора за отделку через скважины, пробуренные сквозь всю толщу отделки.

Нагнетание делается подобно ранее описанной цементации каменной и бетонной кладки, но имеются и свои особенности:

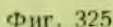
- 1) нагнетание за отделку производится обычно за три приема;
- 2) при первом и втором нагнетаниях применяется цементный раствор (на портланд-цементе, так как он быстрее твердеет, чем пуццолановый портланд-цемент) состава 1:2 и не выше 1:3 — 1:4; консистенция раствора доводится до сметанообразной массы;

- 3) при последнем нагнетании применяют чистый цементный раствор;

- 4) между нагнетаниями должен быть промежуток не более 2 суток;

Нагнетание производится снизу вверх, так же как и при цементации кладки. После нагнетания цементного раствора за обделку делается (если требуется) цементация кладки самой тоннельной обделки. Если воды, поступающие в тоннель, производят разрушение (имеют агрессивный характер), то нагнетание цементного раствора заменяется нагнетанием за обделку битума, что называется битумированием.

- 1) горячим битумом;
- 2) холодной битумной эмульсией.



Битумизация производится через инжектор, представляющий трубку с отверстиями, в которой помещен электропровод, подогревающий битум во время прохождения битума по инжектору.

Битумизация холодной битумной эмульсией значительно более проста по оборудованию и по выполнению.

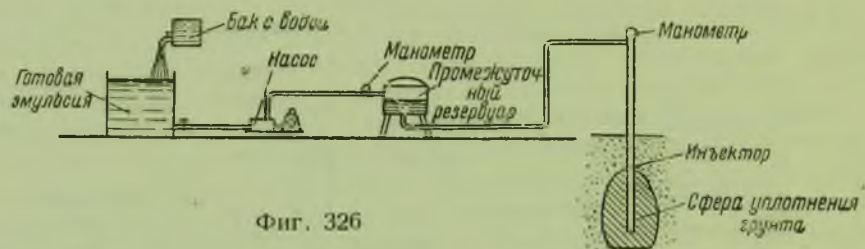
В грунт, подлежащий уплотнению, по металлическим дырчатым трубкам (инъекторам) насосом нагнетается битумная эмульсия, представляющая собой мелко раздробленные частицы битума, находящиеся

во взвешенном состоянии в воде. К битумной эмульсии добавляется какое-либо вещество (стабилизатор — едкое кали, едкий натр и т. п.), поддерживающий взвешенное состояние эмульсии.

Когда эмульсия введена в грунт, в него вводят новое вещество, способствующее распаду битумной эмульсии, причем отдельные частицы битума сливаются и забивают поры грунта сплошной плотной массой, сообщая грунту водонепроницаемость.

В качестве вещества, вызывающего распад битумной эмульсии, применяют хлористый кальций.

Схема основного процесса работ представлена на фиг. 326.



Битумная эмульсия широко применяется в дорожном деле, она готовится на заводах.

При исправном состоянии обделки тоннелей текущее содержание обделки тоннелей и их порталов сводится к обычному уходу за каменной кладкой и немедленному устранению мелких дефектов.

§ 44. ПЕРЕУСТРОЙСТВО ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

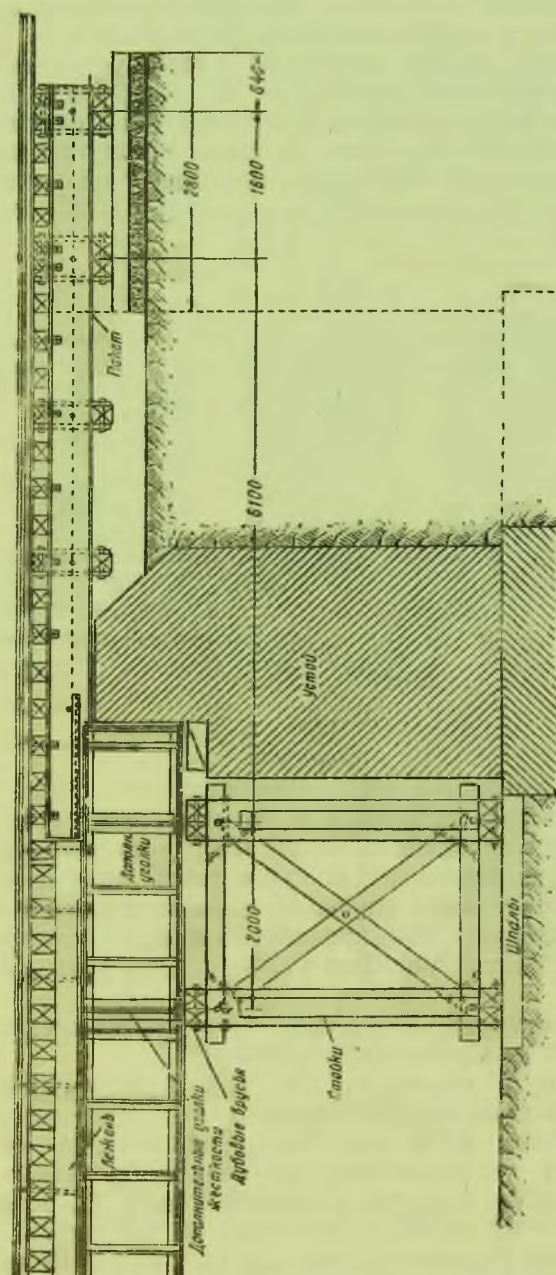
1. Перекладка искусственных сооружений

Перекладка опор мостов производится при обнаружении в опорах ряда дефектов (разрушенная кладка, большое количество глубоких трещин), при замене существующего пролетного строения новым, при увеличении отверстия моста.

Перекладка быков и устоев связана с устройством обходного пути или создания временных перекрытий на ремонтируемой или переустраиваемой опоре.

При устройстве обходного пути перекладка ведется обычными строительными приемами.

При перекладке устоев без перерыва движения может быть применен такой порядок производства работ: у основания устоя со стороны пролета или со стороны насыпи устраиваются площадки с прочным основанием, на которых сооружается временная рамная (фиг. 327) или шпальная опора. Пролетное строение приподнимается со старого устоя и ставится на новый, а пространство над освобожденным от нагрузки устоем перекрывается пакетами. На мосту и на пакетах под один уровень укладывается новый приподнятый путь.

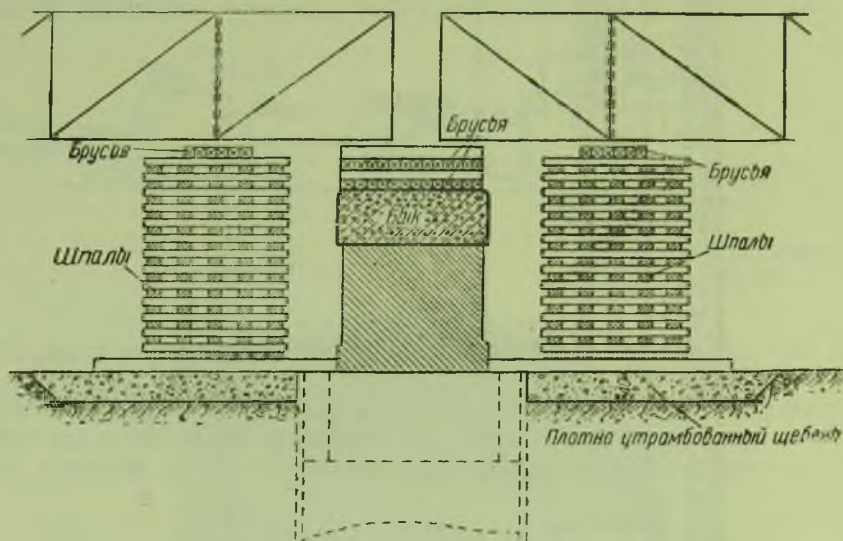


Фиг. 327

Освобожденный устой разбирается, оставшаяся кладка промывается, а затем производится перекладка.

После отвердения цементного раствора пролетное строение опускается на устой, а временные опоры разбираются.

При перекладке быков временные опоры устраиваются по обе стороны быка, и пакетное перекрытие над опорой не делается. Пролетные строения поднимаются на несколько сантиметров, для того чтобы освободить опорные части, а затем пролетные строения опускаются на прежний уровень (на временные опоры) (фиг. 328).



Фиг. 328

Освобожденный от нагрузки пролетных строений бук разбирается, и производится его перекладка. После отвердения цементного раствора кладки вновь устанавливают опорные части пролетных строений, затем пролетные строения опускают на переложенный бук.

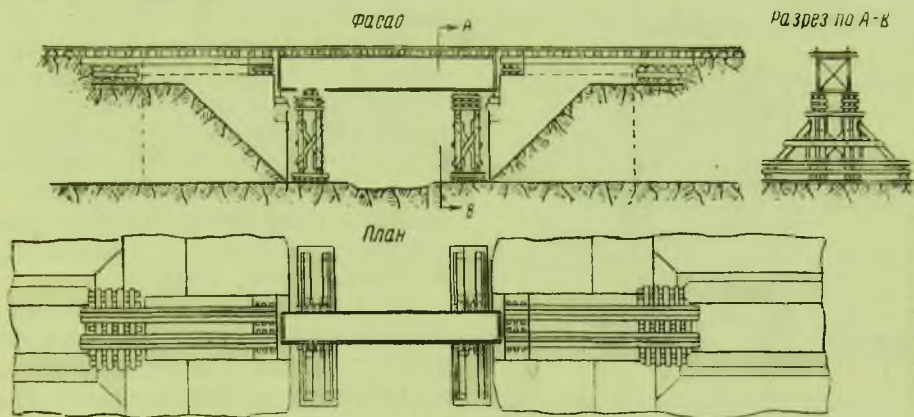
Перекладка опор мостов производится при реконструкции железнодорожной линии, смягчении уклонов. При этом может потребоваться:

- 1) понизить путь на мосту, для чего нужно срезать опоры по высоте и опустить пролетные строения;

- 2) повысить путь на мосту, для чего нужно нарастить опоры новой и поднять пролетное строение.

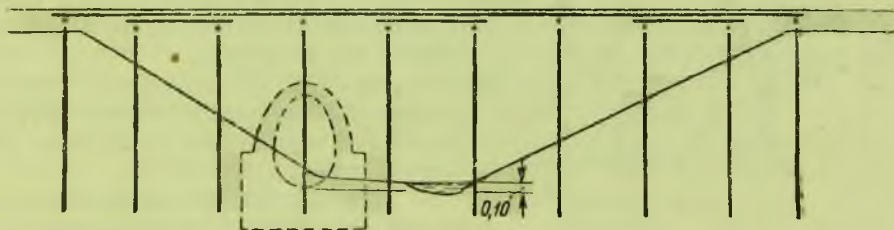
При понижении пути для пропуска поездов каждый устой на время работ перекрывается временным пролетным строением, состоящим из двух пакетов. Каждый пакет располагается снаружи основного пролетного строения и опирается со стороны пролета на рамные деревянные опоры, а со стороны насыпи на шпальные клетки. На рамные опоры с верхней шпальной надстройкой опирается и основное пролетное строение. Когда все перекрытия устроены и устои освобождены, производятся их срезка и понижение подфер-

менной площадки, после чего по отвердении раствора производится постепенное опускание пролетного строения при одновременном опускании подходов.



Фиг. 329

При повышении пути устраиваются такие же разгрузочные пакеты для подпирания пролетного строения (фиг. 329), после чего производится постепенный подъем пролетного строения и временных пакетов при одновременном подъеме подходов. По окончании подъема полотна производится наращивание устоев; по отвердении



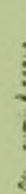
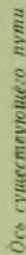
Фиг. 330

кладки основное пролетное строение опускается на устои, а пакеты убираются.

2. Переустройство искусственных сооружений

К переустройству искусственных сооружений приходится прибегать в условиях эксплуатации железных дорог, при постройке вторых путей, а также при реконструкции железнодорожных линий и смягчении уклонов на них.

Вид со стороны пролета



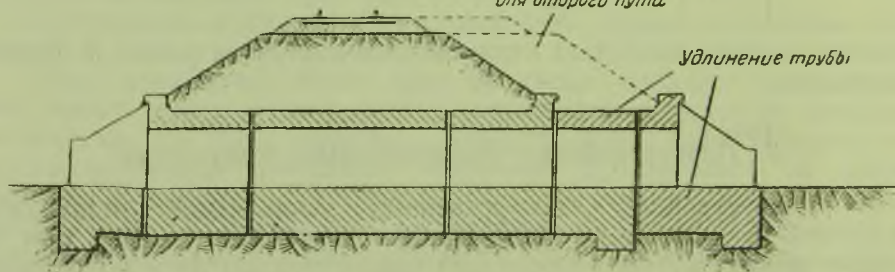
Замена деревянных мостов трубами не представляет никаких затруднений, так как обычно новая труба помещается в пролете моста; если же труба не помещается в пролете моста, то приходится удалять одну опору и этот увеличенный пролет соответственно усиливать (фиг. 330).

Переустройство искусственного сооружения при постройке вторых путей сводится к постройке рядом с существующими мостами им параллельных или к удлинению существующих труб.

На фиг. 331 показан пример постройки устоя рядом с существующим. Для этого один конус насыпи у устоя разбирается; для поддержания земли устраивается землеградительная стенка AB почти перпендикулярно оси пути. При выемке котлована под новый устой крепится одна сторона AC нового котлована. Стороны CD и DE можно не крепить и ограничить их откосами. •

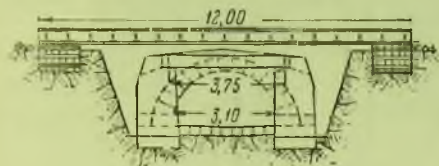
На фиг. 332 показан пример пристройки к существующей трубе *D* одного звена для укладки второго пути.

При реконструкции существующей железной дороги мосты при-

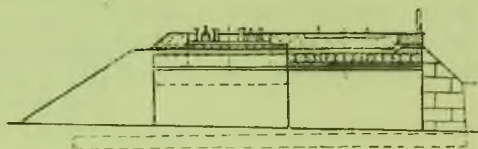


314

ходится поднимать или опускать. Иногда целесообразно при этом произвести переустройство искусственного сооружения, например, при повышении насыпи перестроить мост на трубу, так как трубы более надежны в эксплуатации железной дороги, чем мост.



Фиг. 333



Фиг. 334

На фиг. 333 и 334 представлены схемы переустройства трубы на открытый мост.

При повышении насыпи к трубам приходится делать пристройки, удлиняющие их. На фиг. 335 показан пример такого переустройства трубы.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

§ 45. ПРОЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ И СМЕТА НА СТРОИТЕЛЬСТВО

Основными документами на сооружение железной дороги является общий технический проект.

В проекте организации строительства даются указания по организации всех работ по постройке железной дороги и отдельных крупных ее элементов, например больших мостов, больших тоннелей и пр. На основании технического проекта и проекта организации работ составляются сметы на строительство отдельных элементов железнодорожной линии: земляного полотна, искусственных сооружений, укладки пути и пр. и генеральная смета всего строительства в целом. При этом отдельным элементам строительства, например искусственным сооружениям, в генеральной смете отводятся отдельные главы сметы, по которым подсчитывается стоимость строительства. Стоимость строительства искусственных сооружений составляет обычно от 8 до 20% общей стоимости всей железнодорожной линии.

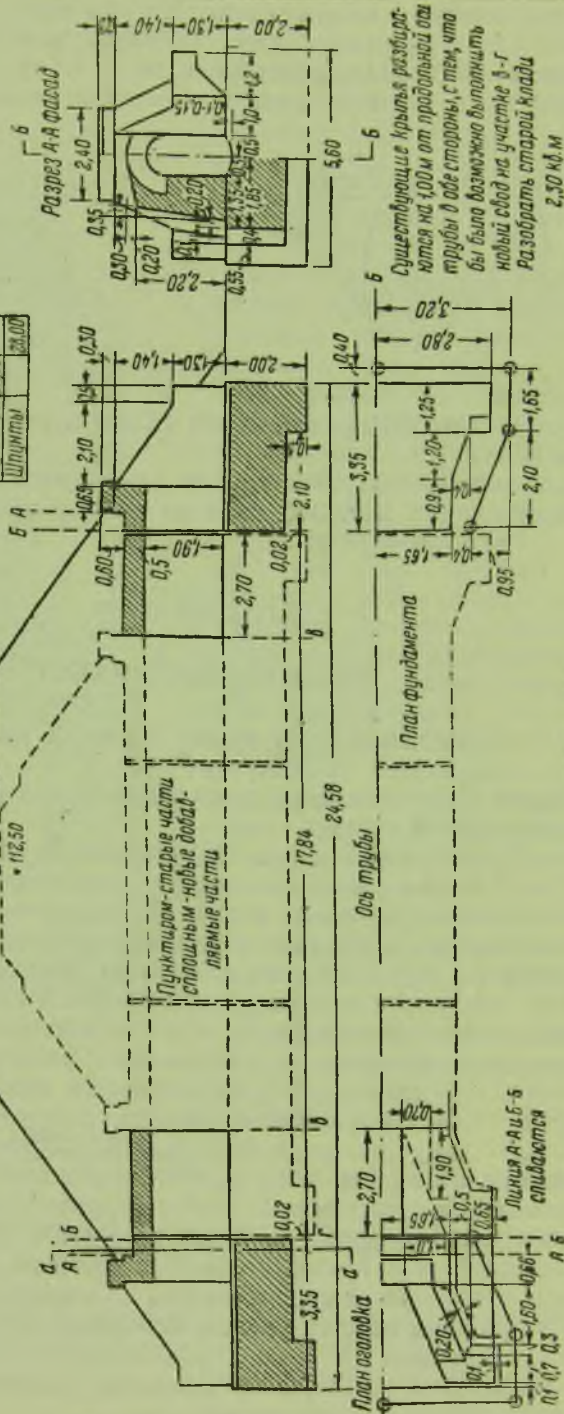
Дальнейшее планирование работ производится Строительным управлением и заключается в более детальной разработке первоначальных предложений применительно к местным условиям. Это проектирование организации строительства называется рабочим проектом организации работ и ведется уже по отдельным объектам или группам объектов.

Ниже приведены примеры организации работ по постройке различных искусственных сооружений.

Продольный разрез (по б-б)
по оси трубы

Объем новой кладки

Элементы	м ³	м
Свод	8,04	
Полотки	17,12	
Стены	21,28	
Фундамент	55,50	
Шпильки	28,00	



Фиг. 335

После того как строительство данного объекта началось, дальнейшее планирование переносится на строительную площадку и сводится к следующему:

1) уточнению календарного графика строительства, учитывая объем выполненных работ за прошлый период;

2) составлению (на каждый месяц) оперативного плана работ, в котором строго устанавливается объем работ, подлежащий выполнению в течение месяца, с тем чтобы не допустить отставания от общего календарного графика строительства.

Месячные планы в виде отдельных заданий передаются производителям работ, десятникам, а через последних — рабочим.

Производитель работ, получив задание на месяц, распределяет его между десятниками по бетонным, каменным, плотничным, арматурным и другим видам работ. Рекомендуется задание десятникам давать на декаду, так как работа, выданная на такой короткий срок, лучше поддается учету.

Десятник, получив задание, должен распределить работу между всеми бригадами и звеньями, находящимися в его ведении, оформив задание на работу выдачей **н а р я д а**¹.

В процессе выполнения работ десятник должен руководить рабочими, давая нужные указания, обеспечивая работы нужными материалами. Наряд, выдаваемый рабочим на работу, является не только платежным документом, но и заданием на выполнение данной работы в определенный срок, частью общего плана работ по постройке всего сооружения. Следовательно, невыполнение этого задания приводит к невыполнению плана постройки в целом.

Согласно единым нормам выработки и расценкам на строительные работы (общая часть ЕНВ) брак, получившийся по вине рабочих, должен исправляться и переделываться ими без какой-либо дополнительной оплаты.

В тех случаях, когда в виде исключения брак может быть оставлен в сооружении, на что должно составляться особое заключение технического надзора, оплата труда производится из расчета 42% сдельной расценки.

§ 46. ПРИМЕРЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ СТРОИТЕЛЬСТВА ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

1. Постройка железобетонной трубы

На одной из железных дорог требовалось построить железобетонную трубу отверстием 6 м в зимних условиях. Для сооружения требовалось: а) вынуть 4 340 м³ грунта; б) забить 59 свай и 69 пог. м шпунтового ряда; в) уложить 870 м³ бетона, 17,8 т арматуры, 128 м³ каменной кладки с облицовкой; г) сделать 1 150 м² опалубки. Кроме того, нужно было построить два тепляка для производства бетонной и каменной кладки и тепляк для обогрева инертных материалов и

¹ О форме наряда см. ниже.

приготовления бетона. Общая площадь трех тепляков составляла 892 м², временных сооружений — 250 м², общая продолжительность строительства—50 дней.

Тепляк для кладки был первоначально построен для одной половины трубы, а затем для второй, так как времени для переноса тепляка не было ввиду приближения весеннего паводка. Тепляк для обогрева материалов и приготовления бетона был построен на насыпи. Бетон от бетономешалки отвозился на тачках и спускался хоботом на пол-тепляка трубы, а здесь снова развозился на тачках.

Тепляки подогревались паром, для чего было установлено два паровых котла локомотивного типа общей поверхностью нагрева в 20 м².

Разработка котлована, бетонирование фундаментов и сводов производились поточным методом, причем границами работ служили секции, на которые была разбита труба. Во время бетонирования свода одной секции в следующей вели подготовку фундамента. По мере снятия опалубки с одного звена ее использовали на следующих звеньях.

На работах имелись: а) транспортер для земляных работ; б) механический копер для забивки свай; в) две бетономешалки емкостью по 250 л; г) центральная электростанция. Строительство трубы было окончено на 5 дней раньше срока при значительной экономии рабочей силы и денежных средств.

На фиг. 336 представлен график работ, а на фиг. 337—план строительной площадки.

2. Постройка железобетонного моста ¹

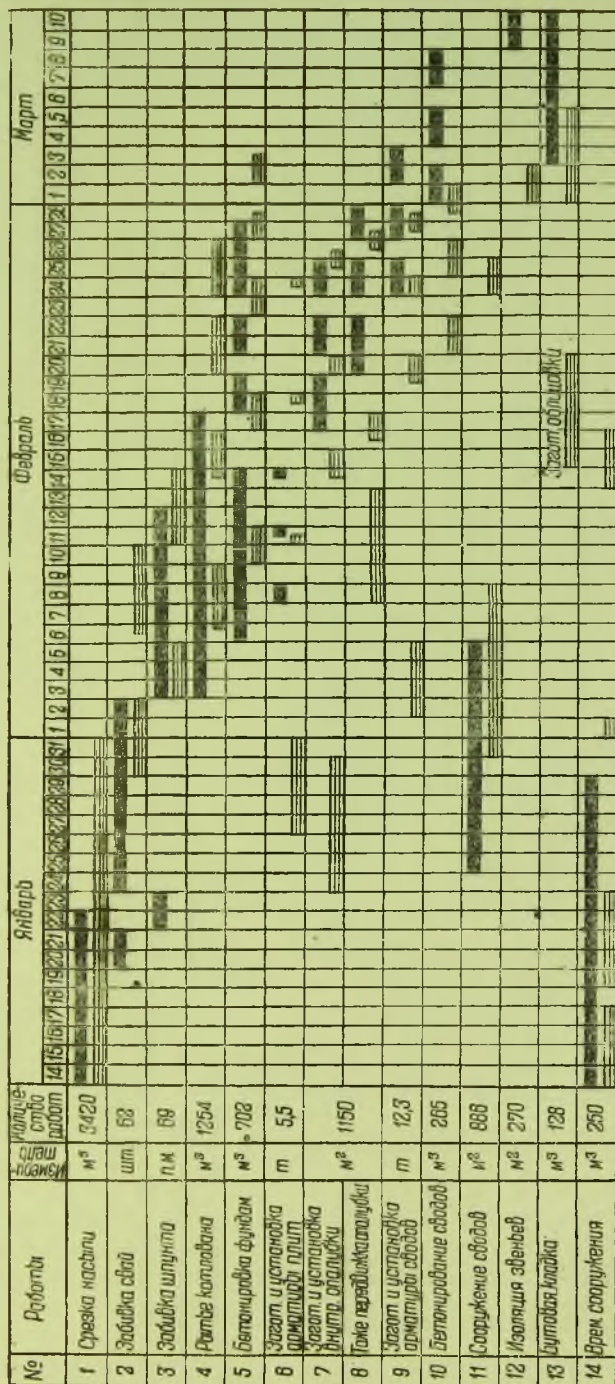
Мост (фиг. 338) имеет отверстие 8 м. Пролетное строение моста балочное, железобетонное. Устои бетонные, основанные на деревянных сваях.

Работы производились последовательно на обоих устоях. Например, срезка грунта производилась сначала на одном берегу, затем на другом берегу. Таким же образом выполнялись работы и по забивке шпунтового ограждения. Такое ведение работ объясняется тем, что большая часть работ выполнялась экскаватором, имеющим сменное оборудование. При таком способе ведения работ потери времени и замена одного оборудования другим сведены к минимуму.

Не останавливаясь на производстве земляных и свайных работ, опишем производство бетонных работ по постройке устоев и железобетонного пролетного строения.

Бетонные работы производились при помощи экскаватора, переоборудованного в подъемный кран. Этот кран подавал в бункер бетономешалки гравий и песок, а затем этим же краном бетонная смесь от бетономешалки подавалась к месту укладки — на опору. После производства бетонных работ на одном устое кран и бетономе-

¹ Проект организации работ, разработанный Научно-исследовательским институтом пути и строительства НКПС.

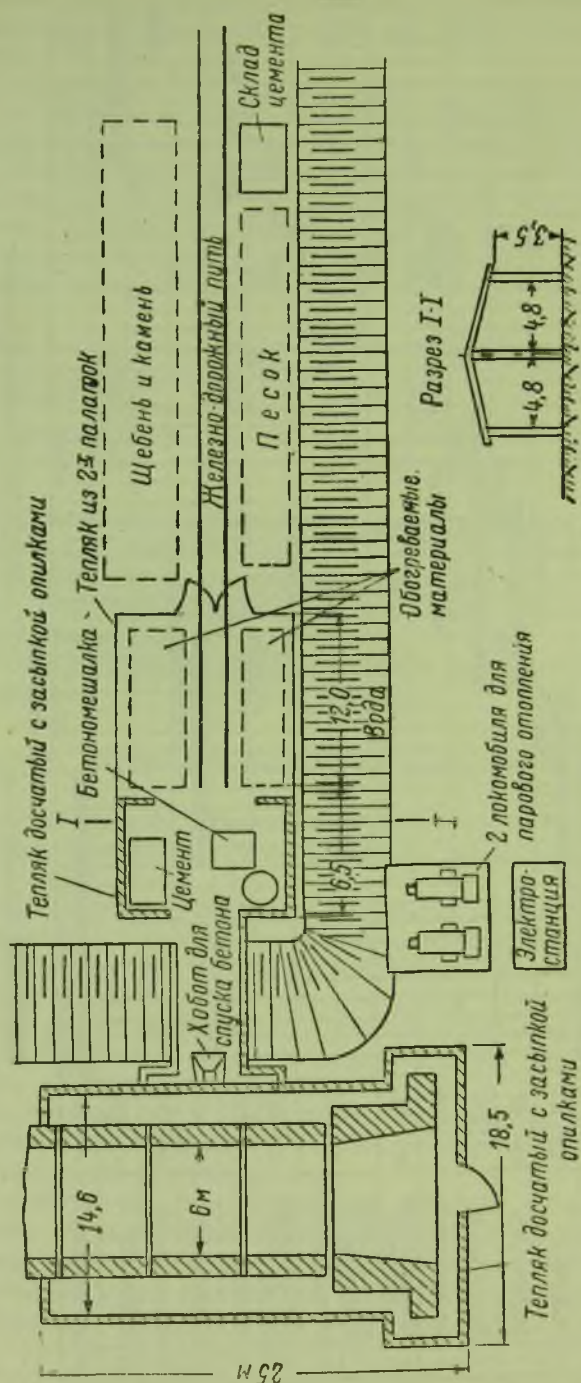


Условные обозначения

Выполнение по плану

Выполнение фактически

Фиг. 336



Фиг. 337

[illegible]

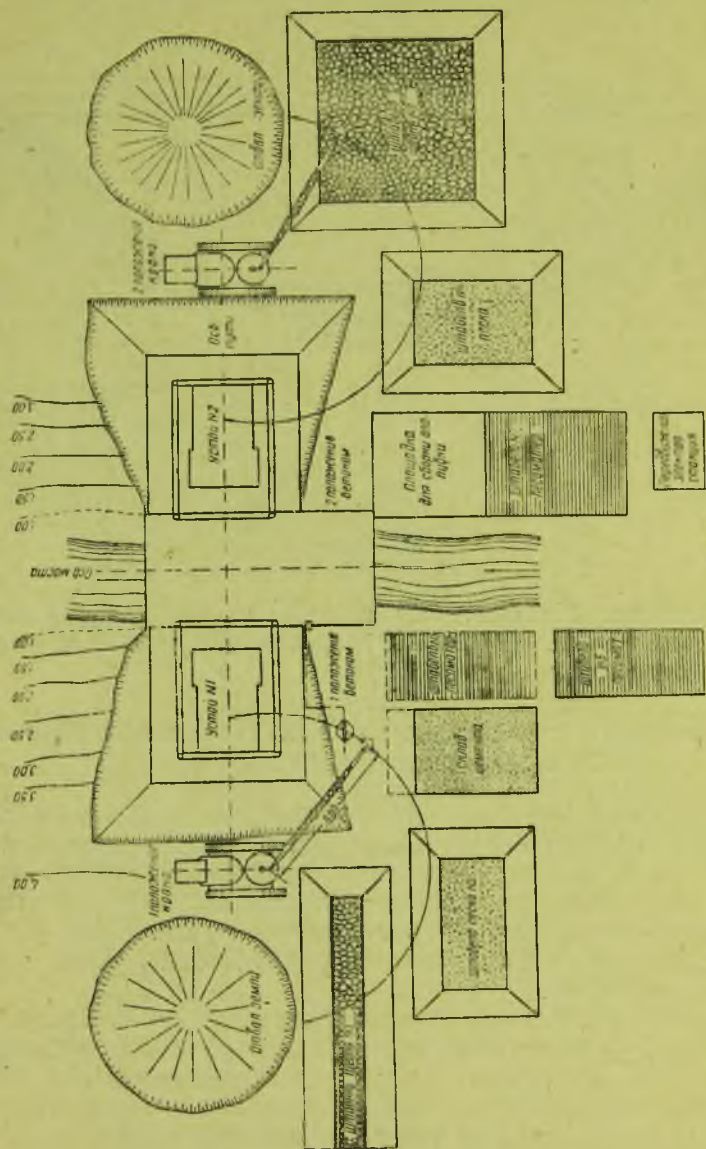
ралась арматура. На фиг. 339 показана строительная площадка при возведении устоев. На фиг. 340 показаны работы по бетонированию пролетного строения.

В предыдущей главе были приведены примеры организации работ по постройке искусственных сооружений, однако проведение этих строек не удовлетворяет основным принципам скоростного строительства. Ниже рассматривается организация работ по постройке искусственных сооружений скоростными методами.

Первый метод заключается в наиболее полном развитии механизации и лучшей организации существующих приемов возведения сооружений на месте. Для этого создается механизированная монтажно-строительная колонна (или несколько колонн в зависимости от объема работ), которая, переходя от одного сооружения к другому, конвейерно-поточно выполняет строительные работы на определенном участке дороги.

21 2598

Строительную колонну должен обслуживать механизированный строительный двор, являющийся базой колонны и расположенный в центре района деятельности колонны. На строительном дворе должны изготавливаться готовые полуфабрикаты: круглые элементы

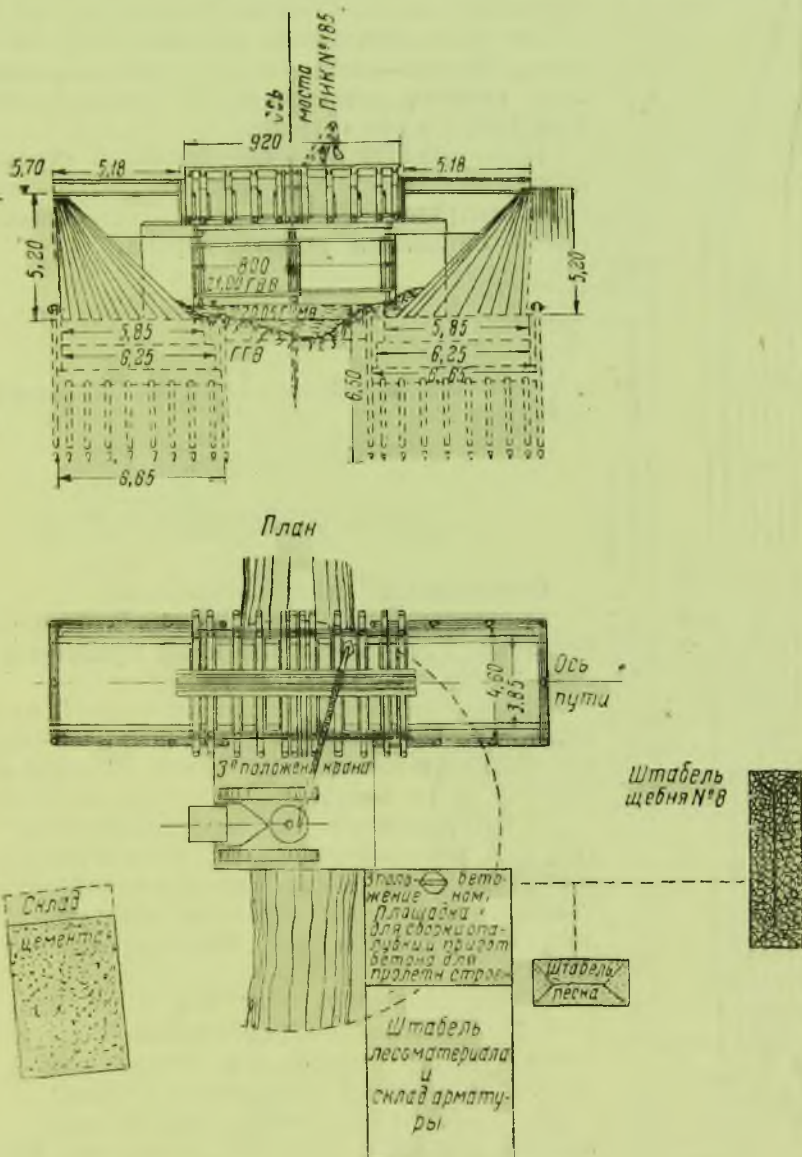


Фиг. 339

железобетонных труб, железобетонные пролетные строения, опалубка, кружала и т. п.

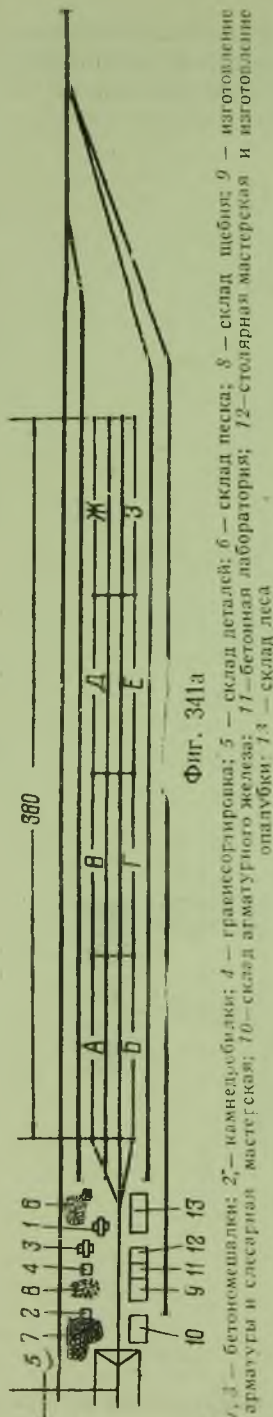
Второй метод организации строительства искусственных сооружений заключается в перенесении центра тяжести строительных

работ на заводы, строительные дворы, механизированные склады. Одновременно конструкция искусственных сооружений видоизменяется в крупноблочную и сборную. На месте постройки выполняются



Фиг. 340

работы только по устройству оснований и сборке сооружения из готовых блоков.

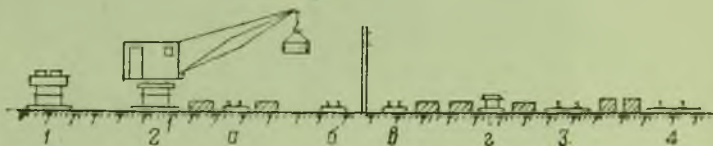


Фиг. 341а

Рассмотрим пример организации строительства малых искусственных сооружений на определенном участке железной дороги.

Строительство всех малых искусственных сооружений на каком-либо участке дороги ведется строительно-монтажной организацией, состоящей из стройдвора — базы — и двух строительно-монтажных колонн, движущихся от места расположения двора в обе стороны.

Строительный двор служит базой строительно-монтажных колонн и административно-техническим центром строительства искусственных сооружений на данном участке дороги.



Фиг. 341б

1, 2, 3, 4 — ширококолейные пути;
а, б, в, г — узкоколейные пути

Строительный двор занимается:

1) изготовлением круглых элементов железобетонных труб, железобетонных пролетных строений, железобетонных свай;

2) заготовкой облицовки из камней или организацией изготовления облицовки в карьерах естественного камня, получением облицовки и доставкой ее на место;

3) изготовлением сварных арматурных каркасов для железобетонных пролетных строений, бетонизируемых на месте монтажно-строительными колоннами, а также каркасов арматуры для пролетных строений и труб, бетонизируемых на стройдворе;

4) изготовлением опалубки и деталей подмоостей для монтажно-строительных колонн и для своих нужд; заготовкой деревянных свай и шпунта для монтажно-строительных колонн;

5) дроблением камня, сортировкой и промывкой гравия и доставкой их к месту постройки сооружений;

6) испытанием цемента, заполнителей для бетона, а также испытанием бетонных кубиков и вообще осуществлением контроля качества бетонных и железобетонных работ;

7) изготовлением всевозможных железных поковок для монтажно-строительных колонн;

8) ремонтом оборудования монтажно-строительных колонн и своего собственного оборудования.



Фиг. 342

На фиг. 341а и 341б представлена схема строительного двора, предназначенного для изготовления блоков, элементов железобетонных труб, пролетных железобетонных строений. Двор оборудован узкоколейными путями, служащими для подвозки бетона от бетонного завода к месту изготовления элементов железобетонных сооружений. Эти пути оборудованы поперечными съездами и поворотными кругами, позволяющими организовать круговое движение

вагонеток, груженных бетоном и порожних.

Жилища для рабочих и технического персонала размещены в специально оборудованных вагонах. Бетонный завод, являющийся ведущим цехом строительного двора, целесообразнее всего устроить по типу бетонных заводов НКПС.

При оборудовании строительного двора для изготовления блоков желательно снабдить его пропарочными камерами, которые обеспечивают высокое качество блоков и быстрый оборот опалубки. На новостройках строительный двор должен быть размещен

в фургонах, перемещаемых тракторами. Жилые помещения должны размещаться в бараках сборно-разборной конструкции.

На фиг. 342 представлено расположение рабочего городка на постройке однопролетного моста.

Электростанция и мастерские должны быть смонтированы в специальном прицепном вагоне.

Рабочий и административно-технический персонал строительно-монтажной колонны составляют 70 чел., из них: 52 рабочих по основным работам, 9 подсобных рабочих и 9 чел. административно-технического персонала.

Оборудование строительно-монтажной колонны определяется характером предстоящих работ, видом кладки (бутовая или бетонная) и типом искусственных сооружений (мосты, трубы, сборные конструкции).

§ 48. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА

Возведение всякого искусственного сооружения требует производства многих работ: земляных, водоотливных, по устройству искусственного основания, каменной или бетонной кладки, по устройству фундаментов, такой же кладки по устройству тела опор выше обреза фундамента, устройству пролетных строений.

Все работы можно разделить на две группы:

- 1) основные работы;
- 2) вспомогательные работы.

Основные работы — это те работы, которые при выполнении их создают какой-нибудь конструктивный элемент сооружения. Например, земляные работы создают конструктивный элемент сооружения — котлован. Измеряется он количеством вынутой из котлована земли в кубических метрах.

Вспомогательные работы обеспечивают выполнение основных работ и являются неизбежным их спутником. Например, водоотлив при земляных работах обеспечивает производство земляных работ ниже уровня грунтовых вод.

Вспомогательные работы должны производиться только по мере их действительной надобности и в количестве, только обеспечивающем успешное производство основных работ, так как излишнее количество этих работ ведет к излишней трате рабочей силы и удорожанию постройки.

При выполнении основных работ обычно каждая работа выполняется специализированной рабочей силой, что и является основным условием успешного производства каждой работы. Вспомогательные работы ввиду их многообразия не могут быть всегда выполнены специализированными рабочими; обычно для всякого рода вспомогательных работ выделяется особая группа вспомогательных рабочих.

Для выполнения большинства строительных процессов основных работ требуются согласованные усилия нескольких рабочих.

Например, бутовую кладку нельзя успешно производить одному рабочему. Обычно рабочие работают парами, из которых один производит натягивание причалки, верстовку наружного ряда с приколкой камня, укладку версты на раствор, забутовку внутренней части фундамента, а второй подает камень первому, производит подноску камня, набрасывает раствор на постель, перелопачивает раствор, смачивает камень.

Первичной производственной единицей является звено. Несколько звеньев, специализированных на определенной работе, образуют специализированную бригаду.

В приведенном выше примере каменной кладки можно усмотреть, что при выполнении этой работы от рабочих звена требуются разные степени квалификации. В то время как один из рабочих производит каменную кладку, второй рабочий ему помогает и производит менее ответственные операции.

Это вызывает необходимость внутризвеньевое разделение труда с закреплением за каждым рабочим в звеньях определенных приемов работ. Рабочие, выполняющие более сложные работы и имеющие большую квалификацию, относятся к высшему разряду соответственно степени сложности самой работы. Так, каменщик, производящий кладку, относится к 4-му разряду, а каменщик, ему помогающий, относится к 3-му разряду.

До 1938 г. комплектование бригад производилось по так называемому профессиональному признаку, т. е. в бригаду объединялись звенья однородной профессии и, таким образом, создавались специализированные бригады, например бригады каменщиков, плотников, бетонщиков и пр. Развитие стахановского движения на строительстве выдвинуло новую организацию труда в виде так называемых комплексных бригад. Правильно организованные комплексные бригады в короткие сроки дали благоприятные результаты: выполнение и перевыполнение планов работ, устойчивое перевыполнение норм, уменьшение числа занятых рабочих. Комплексная бригада объединяет рабочих различных специальностей.

Оплата труда каждого участника комплексной бригады производится в зависимости от выпускаемой продукции с учетом количества и качества труда каждого члена бригады.

Ведущей работой в комплексе является та, которая определяет выпуск конечной продукции. Так, например, в комплексе каменной кладки ведущей является работа каменщиков; в бетонных работах — рабочих-бетонщиков. Производительность комплексной бригады рассчитывается по выработке ведущего звена или по производительности основного механизма. Так, в каменных работах производительность рассчитывается по выработке звена каменщиков, в бетонных работах — по производительности бетономешалки. На крупных объектах может быть организовано несколько комплексных бригад, которые могут работать параллельно в одной смене, но на разных частях сооружения или в разных сменах, одна за другой.

С другой стороны, при возведении малых однотипных сооружений одна комплексная бригада может одновременно работать на нескольких объектах.

Число рабочих в комплексной бригаде не должно превышать 30 — 40 чел.

Количество рабочих в комплексной бригаде рассчитывается по ЕНВ в соответствии с заданным графиком предстоящей работы.

Фактическое количество рабочих, включенных в бригаду, должно быть, как правило, меньше расчетного.

Комплексные бригады делятся на специализированные звенья рабочих.

Например, бригада по каменной кладке делится на звенья каменщиков, подсобников по приготовлению раствора, плотников, подсобников по транспорту материалов и т. д.

Бригадир комплексной и вообще всякой бригады назначается производителем работ из числа наиболее квалифицированных рабочих и является основным руководителем бригады.

Бригадир непосредственно подчиняется мастеру (десятнику).

Все распоряжения бригаде даются только через бригадира, однако указание мастера (десятника) и вышестоящих лиц в отношении качества работы, соблюдения правил техники безопасности и противопожарных мер обязательны для рабочих бригады.

Пример составления комплексной бригады. Положим, что необходимо составить комплексную бригаду для бетонирования железобетонных балочных пролетных строений. Бетон перемешивается бетономешалкой в 250 л, подвозится к подъемнику на вагонетке. Подъемником (кабель-краном с наклонным тросом) бетон поднимается на подмости и здесь развозится на тачках на расстояние 30 м и укладывается в опалубку пролетных строений при помощи вибраторов. Количество рабочих по ЕНВ, потребных на эту работу из расчета полного использования бетономешалки, дающей 29 м³ бетона в смену (при перемешивании каждого замеса в течение 1,5 мин.), приведено в табл. 12; там же показано, какое количество можно назначить в комплексную бригаду.

Фронт работ. Одним из условий, обеспечивающих производительность труда рабочих бригады, является предоставление каждому звену и каждому отдельному рабочему нормального участка работы (рабочего фронта).

Если предоставить рабочему недостаточный фронт работ, то он будет мешать другому, и может даже случиться, что рабочим нехватит места для производства работ к концу дня.

Все это поведет к простоям рабочей силы, к необходимости переводить бригаду или ее часть на новое место среди дня.

С другой стороны, если недостаточно насытить фронт работ рабочими, то хотя это и не поведет к уменьшению производительности труда, зато поведет к затягиванию работ.

Величина фронта работ не является величиной постоянной при всяком оборудовании и при всяких условиях работы. Поэтому трудно дать в этом направлении точные указания. К величине фронта можно

Таблица 12

§ ЕНВ и отдел	Наименование работ	Наименование профессий	Число рабочих	
			по ЕНВ	можно поставить
71—32	Механическое при- готовление бетона	Моторист	1	1
72—32	Обслуживание подь- емника и подвозка к нему готового бетона	Рабочие при загруз- ке цемента, песка и гравия	4	4
		Моторист	1	1
		Рабочие	5	3
8—1	Развозка бетона по пролетному строению на тачках	Рабочие	4	2
75—32	Укладка бетона	Бетонщики	2	2
Итого . . .		—	17	13

подойти таким образом: задаться принятыми темпами постройки какого-либо сооружения, по ЕНВ рассчитать, какое количество рабочей силы нужно поставить для достижения заданных темпов, затем, учитывая возможное перевыполнение ЕНВ, назначить окончательное количество рабочих на данное сооружение. В табл. 13 даны для ориентировки фронты и темпы строительства различных элементов искусственных сооружений.

Таблица 13

Наименование работ	Темпы строительства
Бетонирование кессонов	1,5—3 суток
Бетонирование мостовых опор в вы- соту	1—4 м в сутки
Кладка мостовых опор с облицов- кой в высоту	3—4 ряда облицовки в сутки
Кладка сводов труб и мостов . . .	На каждую половину свода по 1 звену на 3—4 м длины
Балочные железобетонные пролет- ные строения	От 1/2 до 4 смен на одно пролетное строение
Большие железобетонные арочные пролетные строения	100—150 м³ бетона в сутки

Для высокой производительности труда рабочих необходимо организовать рабочее место. Беспорядочно сваленный материал для работ, засоренность постройки строительным мусором, неудобные и неустойчивые подмости, плохие гоны для тачек, плохо устроенные пути для вагонеток — все это типичные признаки неорганизованного рабочего места, способствующие снижению производительности труда.

Наоборот, на организованном рабочем месте отходы производства своевременно удаляются; подмости устроены прочно и удобны для работ и т. д.

Организованное рабочее место, разделение труда, правильный выбор размеров рабочего фронта являются важнейшими предпосылками высокой производительности труда.

По мере возведения сооружения рабочее место (или несколько рабочих мест) передвигается.

Всякое искусственное сооружение состоит из нескольких отдельных элементов, совокупность которых и составляет данное сооружение. Например, мост состоит из двух и более опор, одного и более пролетных строений, труба состоит из двух оголовков и нескольких промежуточных звеньев и т. п.

Однако, для того чтобы сделать каждый элемент сооружения, нужно произвести ряд основных и вспомогательных работ, которые повторяются на каждом элементе в одном и том же порядке и которые выполняются рабочими разной специальности.

Например, если требуется сделать мост, положим, в два пролета, то нужно сделать два устоя, один бык и два пролетных строения. Для каждой опоры нужно забить шпунт, вынуть котлован, забить сваи основания, устроить фундамент, возвести тело опоры выше фундамента и т. д.

Забивка шпунта и свай производится особой бригадой или звеном рабочих, знакомых с действием копра и приемами свайных работ; выемка котлована производится землекопателями, устройство фундамента — бетонщиками или каменщиками.

При бетонных и каменных работах основной работе должно предшествовать устройство подмостей и опалубки (при бетонных работах), которые выполняются плотниками.

Чтобы эти разнообразные бригады или звенья рабочих не простаивали или не занимались не соответственной им работой в ожидании их основной работы, необходимо организовать работу непрерывным потоком, который захватывал бы по мере своего продвижения все новые и новые элементы сооружения, обеспечивая работу рабочим всех специальностей.

§ 49. ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ НОРМИРОВАНИЕ И ОПЛАТА ТРУДА

Производственное нормирование на всяком строительстве и в том числе на строительстве искусственных сооружений состоит в определении нормы выработки и в выявлении расценки на предстоящую работу. Это является основой задания рабочим на предстоящую работу.

Таким образом, производственное нормирование является весьма важным элементом общей организации работ, и от правильной постановки нормирования в значительной степени зависят производительность труда рабочих, правильное расходование отпущенных на постройку средств и правильная оплата труда занятых на строительстве рабочих.

Задание (наряд) на всякую работу должно выдаваться рабочим до начала ими работы. При получении этого задания рабочие должны знать, сколько единиц данной работы они должны выполнить за 8-часовой рабочий день и сколько они получают за выполненную единицу. Для того чтобы правильно составить расценки и нормы выработки на работу, необходимо тщательно изучить предстоящую работу и определить действительные условия ее выполнения. Например, при составлении нормы и расценки на изготовление бетона бетономешалкой необходимо определить, с какого расстояния и чем будут подвозиться песок, гравий и цемент, на какое расстояние и чем будет отвозиться готовый бетон от бетономешалки и т. п.

Когда местные условия изучены, составление нормы и расценки производится по ЕНВ («Единым нормам выработки и расценкам на строительные работы»). Эти ЕНВ издаются Народным комиссариатом по строительству по различным разделам строительных работ.

В нормах 1939 г. железобетонным и каменным работам по постройке пролетных строений и опор мостов и труб отведен отдел 32 ЕНВ¹.

Производительность труда рабочего при выполнении им какой-либо работы определяется количеством выполненной им работы за 8-часовой рабочий день, причем работа выражается в присущих ей единицах меры, например: бетон — в кубических метрах; опалубка — в квадратных метрах; установка арматуры — в тоннах; устройство подмостей — в погонных метрах материала.

Эта величина работы называется *нормой выработки*. Например, выполняется работа по бойке щебня вручную. Чтобы определить норму выработки, нужно знать прочность камня, из которого производится бойка щебня, и крупность получаемого щебня, измеряемую мерным кольцом.

Положим, что временное сопротивление камня определилось 800 кг на 1 см², а размер получаемого щебня — 40 мм, тогда по § 7 — 55 ЕНВ норма выработки составляет 1,6 м³.

Производительность труда может быть также выражена затратой времени (в часах или долях часа) на выполнение единицы работы. Эта величина является обратной величиной нормы выработки и называется *нормой времени*.

В предыдущем примере по бойке щебня норма выработки была 1,6 м³, т. е. за 8 час. рабочий должен разбить 1,6 м³ щебня. Если требуется определить, какое количество времени он затрачивает на

¹ Для работ 1940 г. в нормы введены некоторые изменения и дополнения, изданные в виде отдельных добавок к основным отделам.

получение 1 м³ щебня, то нужно 8 час. разделить на норму выработки, т. е. $8 : 1,6 = 5$ час.

Есть работы, которые могут выполняться одним рабочим, например бойка щебня вручную. В ЕНВ нормы времени и нормы выработки даются в таком случае на одного человека. Но есть такие работы, которые не могут быть выполнены одним человеком, например переноска каких-либо материалов на носилках, каменная кладка и т. д. Тогда в ЕНВ указывается, что для выполнения такой-то работы нужно поставить не одного рабочего, а нескольких рабочих, называемых звеном, и указывается состав звена. Нормы выработки даны в этом случае для всего звена в целом, а нормы времени даны для одного рабочего.

Например, по § 32 — 82 ЕНВ для бутовой кладки фундаментов состав звена:

Каменщик IV разряда	— 1
» III »	— 1

Норма выработки звена при бучении фундаментов под опоры мостов и труб составляет 14,4 м³ кладки. Норма времени, т. е. количество времени, затраченное одним рабочим на получение 1 м³ кладки,

$$8 : \frac{14,4}{2} = 8 : 7,2 = 1,11 \text{ часа.}$$

Сдельная расценка на единицу работы определяется на основании нормы выработки, разрядов рабочих, выполняющих работу, и расчетных ставок рабочих. Постановлением Экономического совета при СНК СССР тарифная сетка и дневные ставки для рабочих, занятых на строительстве, утверждены на 1940 г. в размерах, указанных в табл. 14 и 14а.

Таким образом, чтобы составить сдельную расценку, нужно расчетную ставку сдельщика разделить на норму выработки. Например, в примере по бойке щебня разряд бойщика щебня — III. В графе «Расчетная ставка» сдельная ставка рабочего-сдельщика III разряда составляет 6 р. 76 к.; норма выработки 1,6 м³. Тогда расценка, т. е. стоимость расколки 1 м³ щебня, будет:

$$6 \text{ р. } 76 \text{ к.} : 1,6 = 4 \text{ р. } 23 \text{ к.}$$

Расценки на отдельные работы приведены в ЕНВ.

Во втором примере по бутовой кладке фундамента расценка, т. е. стоимость кладки 1 м³, будет:

$$\frac{8 \text{ р. } 26 \text{ к.} + 6 \text{ р. } 76 \text{ к.}}{14,4} = \frac{15 \text{ р. } 02 \text{ к.}}{14,4} = 1 \text{ р. } 05 \text{ к.}$$

Каждая работа, приведенная в ЕНВ, сопровождается описанием точного состава работы. Например (§ 32 — 82 ЕНВ), бутовая кладка фундаментов сопровождается таким описанием состава работ: а) натягивание шнура; б) подача камня в пределах рабочего места; в) смачивание камня; г) выбор постелистых камней для версты; д) верстовка насухо с приколом по надобности; е) перелопачивание готового рас-

Тарифные ставки по строительству

Разряды		I	II	III	IV	V	VI	VII
Коэффициенты		1,0	1,17	1,40	1,71	2,15	2,75	3,60
Для строителей сдельщиков	Расчетная ставка							
	Дневная	4-96	5-80	6-94	8-48	10-56	13-64	17-86
	Часовая	0-62	0-72,5	0-86,8	1-06	1-33,3	1-70,5	2-23,3
Для металлистов сдельщиков	Расчетная ставка							
	Дневная	5-20	6-08	7-28	8-89	11-18	14-30	18-72
	Часовая	0-65	0-76	0-91	1-11,1	1-39,8	1-78,8	2-34
Для строителей повременщиков	Расчетная ставка							
	Дневная	3-84	4-49	5-38	6-57	8-26	10-56	13-82
	Часовая	0-48	0-56,1	0-67,3	0-82,1	1-08,3	1-32	1-72,8
Для металлистов повременщиков	Тарифная ставка							
	Дневная	0-12	4-82	5-77	7-05	8-86	11-33	14-83
	Часовая	0-51,5	0-60,3	0-72,1	0-88,1	1-10,8	1-41,6	1-85,4

Тарифные ставки по строительству

Разряды		I	II	III	IV	V	VI	VII
Коэффициенты		1,0	1,17	1,40	1,71	2,15	2,75	3,60
Для строителей сдельщиков	Расчетная ставка	4-83	5-65	6-76	8-26	10-38	13-28	17-39
	Дневная							
Для металлистов сдельщиков	Расчетная ставка	5-06	5-92	7-09	8-56	10-89	13-93	18-23
	Дневная							
Для строителей повременщиков	Тарифная ставка	3-74	4-37	5-24	6-40	8-04	10-28	13-43
	Дневная							
Для металлистов повременщиков	Тарифная ставка	4-01	4-69	5-62	6-87	8-63	11-03	14-44
	Дневная							

Примечание. В приведенные тарифные ставки введен коэффициент 0,974 на удлинение рабочего месяца в связи с Указом Президиума Верховного Совета СССР от 26/VI 1940 г.

твор; ж) набрасывание и разравнивание раствора; з) верстовка на растворе; и) забутка по раствору; к) расщепка пустот; л) разметка и проверка.

В предисловии к каждому параграфу имеются сверх того указания по распределению работ между участниками звена.

Таким образом, если работа, задаваемая какой-либо бригаде рабочих, соответствует описанию соответственного параграфа ЕНВ, то и нормы выработки и расценки соответствуют этой работе. Если к работе, предусмотренной ЕНВ, требуется добавить какие-либо операции, не предусмотренные описанием, то необходимо составить комплексную норму на эту работу.

Так, например, если к работе, описанной в § 32 — 82 ЕНВ, необходимо было бы прибавить подноску камня от склада до рабочего места, а также приготовление и подноску раствора, то нужно, пользуясь другими параграфами и разделами ЕНВ, составить комплексную норму работы.

Для того чтобы составить эту комплексную норму, в данном случае нужно знать, сколько камня, раствора и воды идет для 1 м³ кладки.

Эти данные можно получить в Справочнике укрупненных сметных норм (СУСН). По СУСН можно установить, что для 10 м³ кладки идет: а) камня бутового или булыжного 11,6 м³; б) раствора 0,38 м³; в) воды 8,7 м³. Тогда, по § 32 — 81 ЕНВ, на ручное приготовление раствора при полном приготовлении раствора в ящиках емкостью до 1 м³ требуется на 1 м³ 1,51 чел.-часа рабочего III разряда.

Таким образом, для приготовления 0,38 м³ требуется 1,51 · 0,38 = 0,58 чел.-часа рабочего III разряда, а стоимость этого приготовления

$$\frac{6 \text{ р. } 76 \text{ к.}}{8} \cdot 0,58 = 0 \text{ р. } 49 \text{ к.}$$

В составе этой работы указано, что в нее входят: а) отмеривание песка и цемента; б) гарцовка; в) нагрузка материалов с доставкой до 10 м и выгрузкой в ящик; г) разравнивание сухой смеси в ящике; д) вливание воды в ящик и перемешивание.

Таким образом, для приготовления раствора необходимо еще подвезти, например, на тачке песок. Количество песка составляет 0,38 м³. Положим, расстояние подвозки песка от склада до места гарцовки составляет 20 м.

По отделу I, транспортные работы, § 1 — 8 ЕНВ, перевозка на тачке песка на расстояние 20 м требует 0,38 · 0,34 = 0,13 чел.-часа рабочего III разряда, а стоимость подвозки

$$\frac{6 \text{ р. } 76 \text{ к.}}{8} \cdot 0,13 = 0 \text{ р. } 11 \text{ к.}$$

По тому же отделу (§ 1 — 11 ЕНВ) подноски воды на расстояние 10 м требует (с учетом примечания 3) 0,87 · 0,6 · 1,1 = 0,57 чел.-часа рабочего III разряда, а стоимость подноски

$$\frac{6 \text{ р. } 76 \text{ к.}}{8} \cdot 0,57 = 0 \text{ р. } 48 \text{ к.}$$

По тому же отделу (§ 1—10 ЕНВ) подноска на носилках камня на расстояние 20 м требует $1,16 \cdot 1,52 = 1,76$ чел.-часа рабочего II разряда, а стоимость подноски

$$\frac{5 \text{ р. } 65 \text{ к.}}{8} \cdot 1,76 = 1 \text{ р. } 24 \text{ к.}$$

Если все вычисления свести в одну комплексную норму, то на 1 м³ бутовой кладки требуется затратить:

Собственно кладки	1,11	чел.-часа
Приготовление раствора	0,58	» »
Подвозка песка на тачках	0,13	» »
Подноска воды	0,57	» »
» камня	1,76	» »

Всего . . . 4,15 чел.-часа

$$\text{или } \frac{4,15}{8} = 0,52 \text{ чел.-дней,}$$

а норма выработки $\frac{1}{0,52} = 1,92$ м³ кладки на 1 чел.-день.

Расценка этой работы соответственно будет:

Собственно кладки	1 р. 05 к.
Приготовление раствора	0 » 49 »
Подвозка песка	0 » 11 »
Подноска воды	0 » 48 »
» камня	1 » 24 »

Итого . . . 3 р. 37 к.

Имея эти данные, можно для бригады выписать наряд. Форма наряда дана в приложении.

В данном примере лицевую сторону наряда можно заполнить в такой форме (с указанием срока начала и окончания работ):

Таблица 15

§ ЕНВ	Описание работ и условий производства	Единица изме- рения	З а д а н и е				
			количество работы	нормы выра- ботки на 1 чел.-день	количество чел.-дней по норме	расценка	сумма зарплаты
32—82 32—81 1—8 1—11 1—10	Бутовая кладка фунда- ментов опор с приго- товлением раствора с подноской камня и воды на кладку . . .	м ³	500	1,92	260	3 р. 37 к.	1 685

В настоящее время действуют следующие системы оплаты труда: а) повременная; б) окладная; в) простая сдельная; г) прогрессивно-сдельная и прогрессивно-премиальная; д) аккордная.

В основу всех систем оплат положена зависимость оплаты от квалификации трудящегося и от рода выполняемой им работы.

П о в р е м е н н а я с и с т е м а. При повременной системе оплата труда зависит от квалификации рабочего и от количества затраченного им времени.

Эта система оплаты труда не связана с продукцией, даваемой рабочим, а потому может применяться лишь на работах, не поддающихся учету, как, например, работа дежурных рабочих, уборщиц и т. п.

О к л а д н а я с и с т е м а. По этой системе трудящемуся назначается определенный оклад, т. е. месячная ставка за выполняемую работу. Оклад зависит от занимаемой трудящимся должности, на которую он назначается, в зависимости от квалификации и производственного стажа.

Эта система применяется при оплате административно-хозяйственного и инженерно-технического персонала. В отношении последнего окладная система дополняется в условиях строительства еще прогрессивно-премиальной системой.

П р о с т а я с д е л ь н а я. По этой системе оплата труда зависит от количества продукции, выработанной трудящимся, и от его квалификации. Каждая работа, которая выполняется трудящимся, нормируется по ЕНВ и расценивается по тарифной сетке, приведенной при предыдущем рассмотрении. При этом исчисленные по нормам и по тарифной сетке расценки умножаются на поправочные коэффициенты в зависимости от места расположения данной строительной работы по отдельным республикам, краям и областям. Эти поправочные коэффициенты колеблются от 0,95 до 1,8. Какие коэффициенты принять в зависимости от местностей Союза ССР, указано в общей части ЕНВ.

На основании норм и расценок выписывается наряд бригаде рабочих на работу. При выполнении работы бригадир бригады ведет на обратной стороне наряда поименный табель рабочих, участвующих в работе, с показанием разряда каждого рабочего в зависимости от его квалификации, и таким образом, получается количество времени, затраченное каждым рабочим и всеми рабочими на выполнение данной работы. Когда работа заканчивается, то сделанная работа обмеряется совместно бригадиром бригады и десятником, руководившим работой, и составляется акт приема-сдачи работы. На основании полученного по акту приемки количества и расценки на работу определяется стоимость выполненной работы, которая и распределяется между участниками работы пропорционально затраченному ими времени и их разрядам. Положим, что какая-либо работа была выполнена рабочими III разряда, затратившими на нее 10 дней, и рабочими IV разряда, затратившими на нее 20 дней. Стоимость всей работы 337 р. 40 к. Приведем эту работу к рабочим I разряда, пользуясь тарифными коэффициентами разрядов.

Количество рабочих дней, приведенное к I разряду, равно $10 \cdot 1,4 + 20 \cdot 1,71 = 48,2$ рабочих дня.

Стоимость рабочего дня I разряда будет:

$$337 \text{ р. } 40 \text{ к.} : 48,2 = 7 \text{ руб.}$$

Стоимость рабочего дня рабочего III разряда $7 \cdot 1,4 = 9 \text{ р. } 80 \text{ к.}$,
IV разряда — $7 \cdot 1,71 = 11 \text{ р. } 97 \text{ к.}$

На основании этого вычисления можно распределить заработную плату между участниками работы.

Прогрессивно-сдельная. Отличие этой системы оплаты от простой сдельщины заключается в том, что производится дополнительная оплата за переработанную сверх норм работу.

По постановлению Экономического совета при СНК СССР от 11/III 1939 г. прогрессивно-премиальная оплата должна производиться так.

При переработке норм расценки за всю переработанную часть норм увеличиваются:

При переработке до 10%	на 15%
» » » 20%	» 30%
» » » 50%	» 50%
» » свыше 50%	» 100%

Переработка оплачивается за работу, выполненную в течение месяца.

Прогрессивно-премиальная система оплаты применяется для оплаты труда инженерно-технического персонала, занятого непосредственно на строительстве, причем этим лицам выдаются премии:

- 1) за перевыполнение месячного плана работ в физическом и стоимостном объемах;
- 2) за перевыполнение месячного плана по производительности труда;
- 3) за снижение стоимости работ.

Премии устанавливаются приказом НКПС.

Аккордная система. По этой системе оплаты какая-либо определенная работа, например постройка малого моста, постройка трубы, передается бригаде целиком.

Работы расцениваются на основании ЕНВ и на работу выдается бригаде наряд.

Помимо обусловленной заработной платы бригада премируется:

- 1) за сокращение заданных сроков работы и уменьшение заданного количества рабочих;
 - 2) за экономию строительных материалов против установленных норм.
-

Строительство

НАРЯД № Дата

Data

1. 1. Наименование здания или сооружения шифр (№)

2. Вид работ или конструктивный элемент шифр (№)

3. Бригада (профессия) 4. Бригадир

Союзоргучет, типовая ф. № 272

Утверждено ЦУНХУ Госплана СССР № 337 от 28/V 1936 г.

III. Сроки выполнения работ

	По плану	Фактически
Начало		
Конец		

§ единицы норм и расценки	Описание работы и условий производства	Единица изме- рения	III. Задание						IV. Исполнение				
			количество работы	норма выпаб. на 1 чел.-день	количество чел.-дней по норме	расценка	сумма зарплаты	количество работы	колич., чел.- дней по нор. на выполн. работы	отработано чел.-дней	сумма зарплаты за выполн. количество работы	% выполнено норм. выпра- ботки по времени	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Итого . . .													

Задание выдал производитель работ (десятигик) Задание принял

(бригадир, элеваторной, рабочий)

V. Табель за месяц 194 . г.

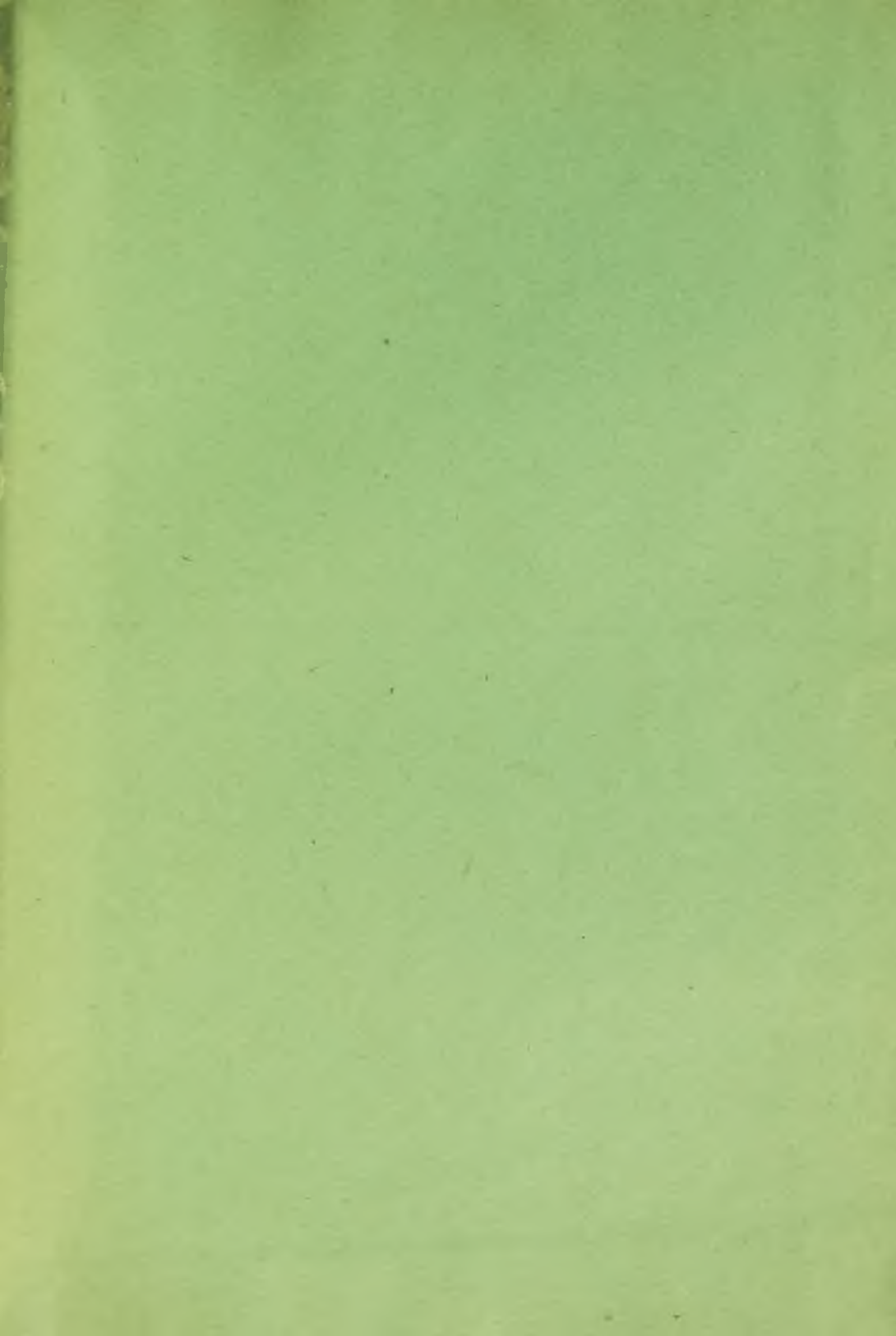
VIII. Расход материалов

№ по пор.	Таб. №	Фамилия и инициалы рабочего	Разряд	Отработанные часы по дням месяца																															Всего отработано часов	В т.ч. сверхуроч. часов	Продолжит. простоев. в часах	№ акта о простое	№	Наименование материалов и размеры	Единица измерения	Норма на- терит. на един. работ	Колич. материалов по нормам																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	на задан. объем	на исп. объем																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1	2			16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

VI. Акт приемки

VII. Подлежит оплате

Дата	Дата	Сумма
Работа в количестве . . .	Работа в количестве . . .	Нормировщик
сдана. Бригадир	сдана. Бригадир	Утвердил производитель работ
Принята. Десятник	Принята. Десятник	
Итого	Итого	



11 руб.

